

Aalborg Universitet



AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Udmattelsesforsøg med laminerede limtræbjælker. Delrapport 12: Materialeprøvninger

Hansen, Lars Pilegaard; Rathkjen, Arne

*Publication date:*  
1993

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Hansen, L. P., & Rathkjen, A. (1993). *Udmattelsesforsøg med laminerede limtræbjælker. Delrapport 12: Materialeprøvninger*. Aalborg Universitetsforlag. R : Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitet Nr. R9313

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

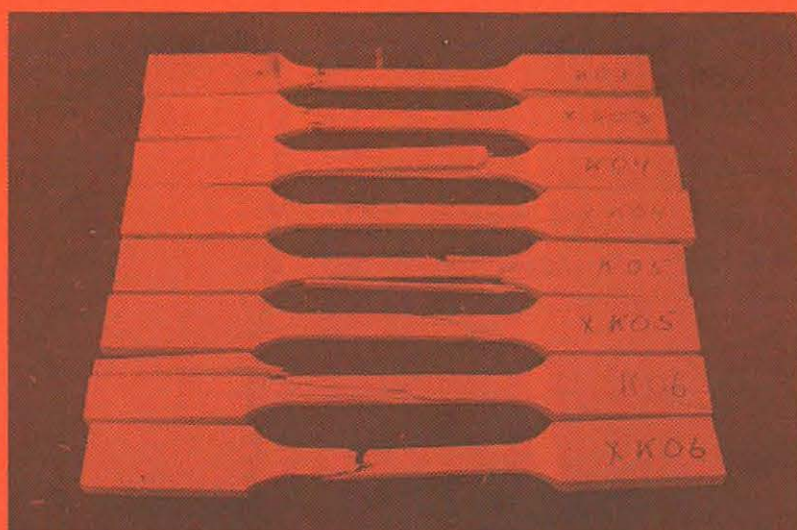
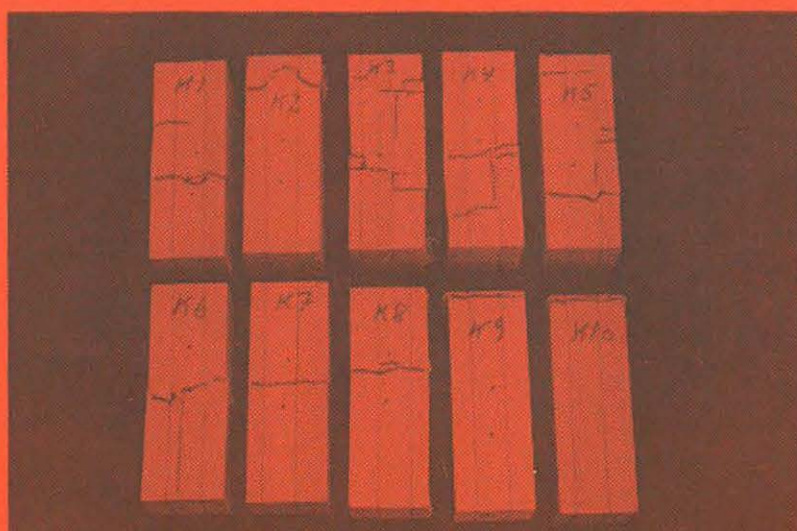
If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

---

# INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

DEPT. OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING  
AALBORG UNIVERSITETSCENTER • AUC • AALBORG • DANMARK

---



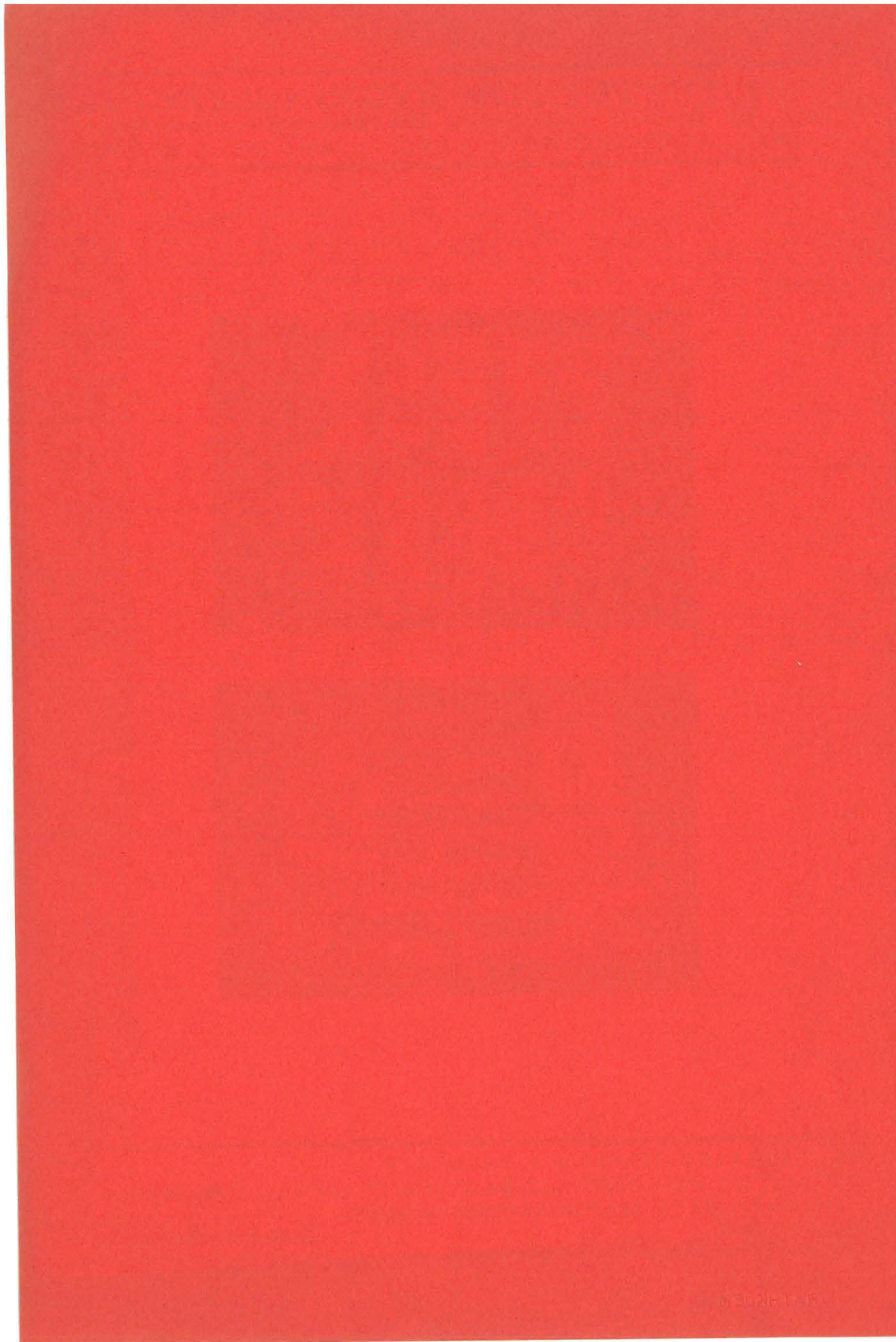
---

L. PILEGAARD HANSEN & A. RATHKJEN  
UDMATTELSESFORSØG MED LAMINEREDE LIMTRÆBJÆLKER  
DELRAPPORT 12: MATERIALEPRØVNINGER  
APRIL 1993

ISSN 0902-7513 R9313

---





---

# INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

DEPT. OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING  
AALBORG UNIVERSITETSCENTER • AUC • AALBORG • DANMARK

---

---

L. PILEGAARD HANSEN & A. RATHKJEN

UDMATTELSESFORSØG MED LAMINEREDE LIMTRÆBJÆLKER

DELRAPPORT 12: MATERIALEPRØVNINGER

APRIL 1993

ISSN 0902-7513 R9313

---





# INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING.....	1
2.	PRØVELEGEMER.....	1
2.1	Prøvelegemer til trykprøvning.....	1
2.2	Prøvelegemer til trækprøvning.....	1
3.	FORSØGSOPSTILLINGER OG FORSØGSADFØRSEL.....	2
3.1	Prøvemaskine.....	2
3.2	Måleudstyr.....	3
3.3	Forsøgsadførelse.....	6
4.	MÅLERESULTATER.....	7
4.1	Forsøgsresultater for serie A.....	8
4.1.1	Trykprøvning.....	8
4.1.2	Trækprøvning.....	13
4.2	Forsøgsresultater for serie B.....	22
4.2.1	Trykprøvning.....	22
4.2.2	Trækprøvning.....	25
4.3	Forsøgsresultater for serie C.....	31
4.3.1	Trykprøvning.....	31
4.3.2	Trækprøvning.....	34
4.4	Forsøgsresultater for serie D.....	40
4.4.1	Trykprøvning.....	40
4.4.2	Trækprøvning.....	43
4.5	Forsøgsresultater for serie E.....	49
4.5.1	Trykprøvning.....	49
4.5.2	Trækprøvning.....	53
4.6	Forsøgsresultater for serie F.....	61
4.6.1	Trykprøvning.....	61
4.6.2	Trækprøvning.....	66
4.7	Forsøgsresultater for serie G.....	75
4.7.1	Trykprøvning.....	75
4.7.2	Trækprøvning.....	79
4.8	Forsøgsresultater for serie H og I.....	87
4.8.1	Trykprøvning.....	87
4.8.2	Trækprøvning.....	90
4.9	Forsøgsresultater for serie J.....	94
4.9.1	Trykprøvning.....	94
4.9.2	Trækprøvning.....	97
4.10	Forsøgsresultater for serie K.....	103
4.10.1	Trykprøvning.....	103
4.10.2	Trækprøvning.....	106
5.	SAMMENFATNING.....	112
5.1	Trykforsøgene.....	112
5.2	Trækforsøgene.....	114
5.3	Sammenligninger mellem tryk- og trækforsøg.....	116
6.	REFERENCER.....	117
	APPENDIX A.....	118
	APPENDIX B.....	122





## 1. INDLEDNING

Laminerede limtræsbjælkers udmattelsesegenskaber er undersøgt i en række forsøg i årene 1987 - 1993. De første indledende forsøg, udført i 1987 - 1989, er rapporteret i [1], mens de resterende forsøg behandles i nærværende rapport: "Udmattelsesforsøg med laminerede limtræbjælker". Rapporten er delt i følgende delrapporter:

Delrapport 1:	Forsøgsbeskrivelse
Delrapport 2-11:	Prøvning af serie A - K
Delrapport 12:	Materialeprøvninger
Delrapport 13:	Sammenligninger, vurderinger og konklusioner

Delrapport 1 indeholder en generel beskrivelse af prøvebjælkerne og en oversigt over de forskellige bjælkeserier samt beskrivelse af forsøgsopstilling, forsøgsafvikling og foretagne målinger for udmattelsesforsøgene.

Delrapport 12 indeholder resultater af de enaksede træk - og trykprøver, udført på prøvelegemer, som er udskåret af bjælkerne efter at udmattelsesprøvningen er foretaget.

Endelig indeholder delrapport 13 sammenligninger, vurderinger og konklusioner vedrørende alle måleresultater.

Træk - og trykforsøgene for alle serierne er udført i perioden oktober 1992 - februar 1993.

## 2. PRØVELEGEMER

### 2.1 Prøvelegemer til trykprøvning

Fra hver af de laminerede limtræsbjælker, som er enten belastet statisk til brud eller har været udmattelsesbelastet, er der udskåret et prøvelegeme på ca. 40 x 40 x 120 mm med fiberretningen i længderetningen. Prøvelegemerne er udskåret af de dele af bjælkerne, som ikke så ud til at have lidt overlast ved den tidligere påvirkning.

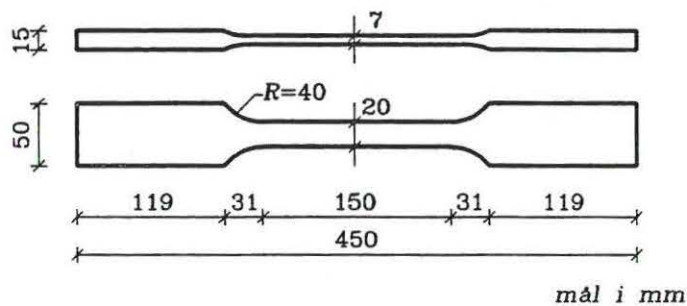
Også for de bjælker, hvor fiberretning og længderetning danner en vinkel med hinanden, er trykprøvelegemerne udskåret, så fiberretningen er i længderetningen således, at alle trykforsøgene svarer til tryk parallelt med fiberretningen.

Alle prøvelegemerne har været opbevaret i klimarum til umiddelbart før prøvning. Fugtindholdet er bestemt umiddelbart efter trykprøvningen.

### 2.2 Prøvelegemer til trækprøvning

Fra hver af de laminerede limtræsbjælker, er der ligesom beskrevet ovenfor endvidere udskåret 2 prøvelegemer til trækprøvning parallelt med fiberretningen.

Der eksisterer forfatterne bekendt ikke nogen standardiseret form for prøvelegemer til trækprøvning. Prøverne er udformet som vist på figur 2.1, og svarer iøvrigt til den prøveform som er benyttet ved tidligere forsøg udført på AUC, se [3]. Prøverne var ved enderne forsynet med et U-formet sandblæst aluminiumstykke 1,5 x 50 x 200 mm, således, at der var friktion mellem prøve og prøvemaskinens kæber.



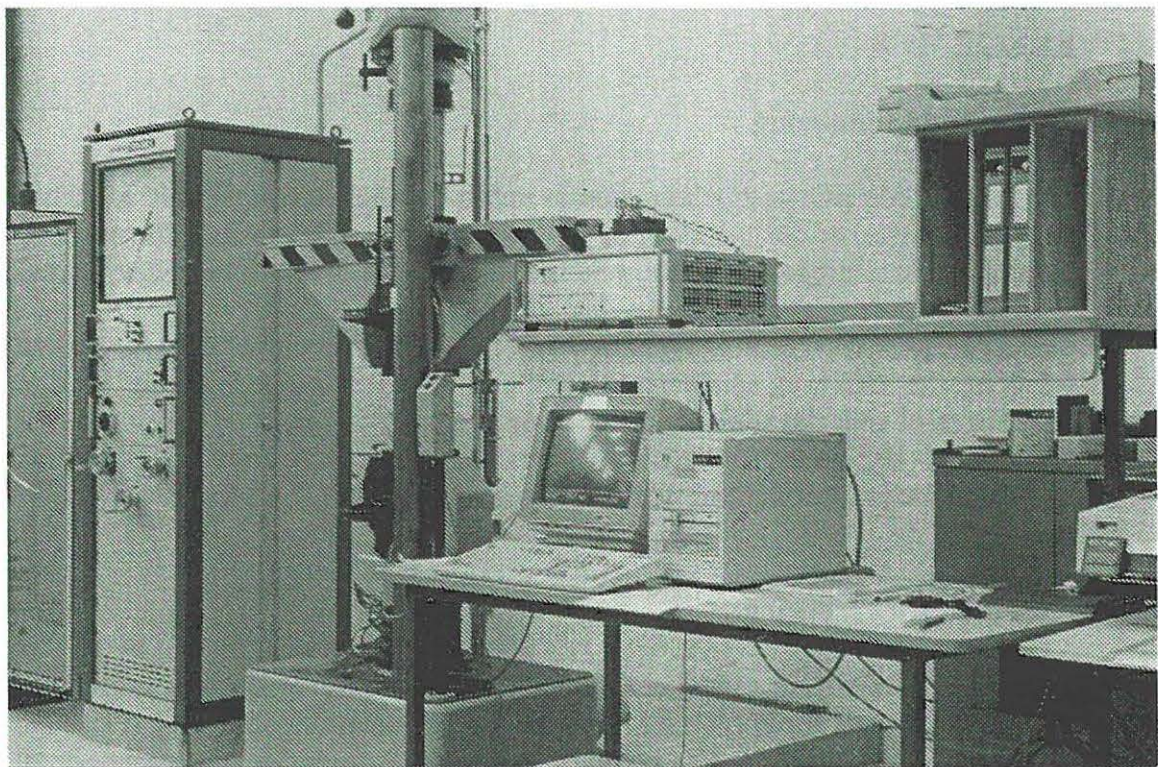
Figur 2.1. Geometri for prøvelegemer til trækprøvning parallelt med fibre

### 3. FORSØGSOPSTILLINGER OG FORSØGSADFØRSEL

#### 3.1 Prøvemaskine

Til samtlige tryk- og trækprøvninger er benyttet Mohr og Federhaff 600 kN universalprøvemaskinen i Laboratoriet for Bærende Konstruktioner, AUC.

Prøvemaskinen samt dataopsamlingsudstyr og PC (se senere) er vist på figur 3.1



Figur 3.1. Mohr og Federhaff 600 kN universalprøvemaskine med styreenhed til venstre i billedet. Til højre for prøvemaskinen ses øverst dataopsamlingsudstyret og nedenunder dette en PC'er til styring af denne enhed.



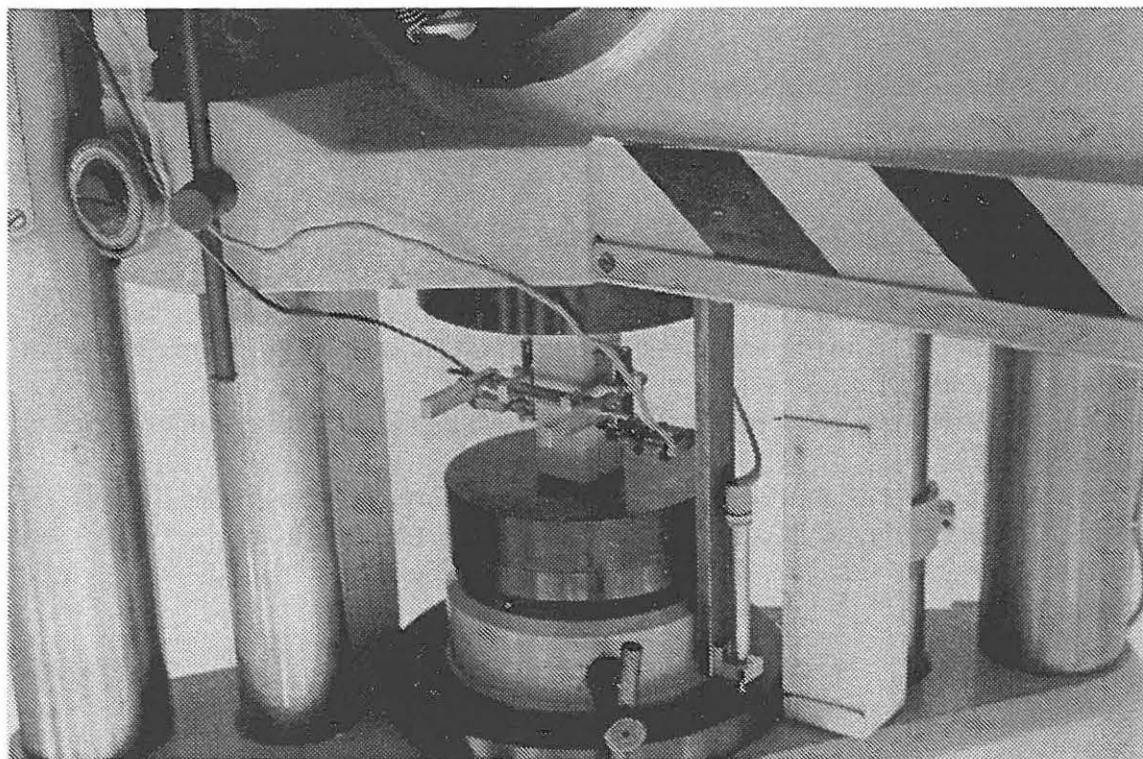
### 3.2 Måleudstyr

Til trykforsøgene blev følgende måleudstyr benyttet:

Kraftmålingen foretages ved hjælp af prøvemaskinens indbyggede krafttransducer. Trykforsøgene blev udført med prøvemaskinen indstillet til at operere i området fra nul til en maksimal trykkraft på 120 kN.

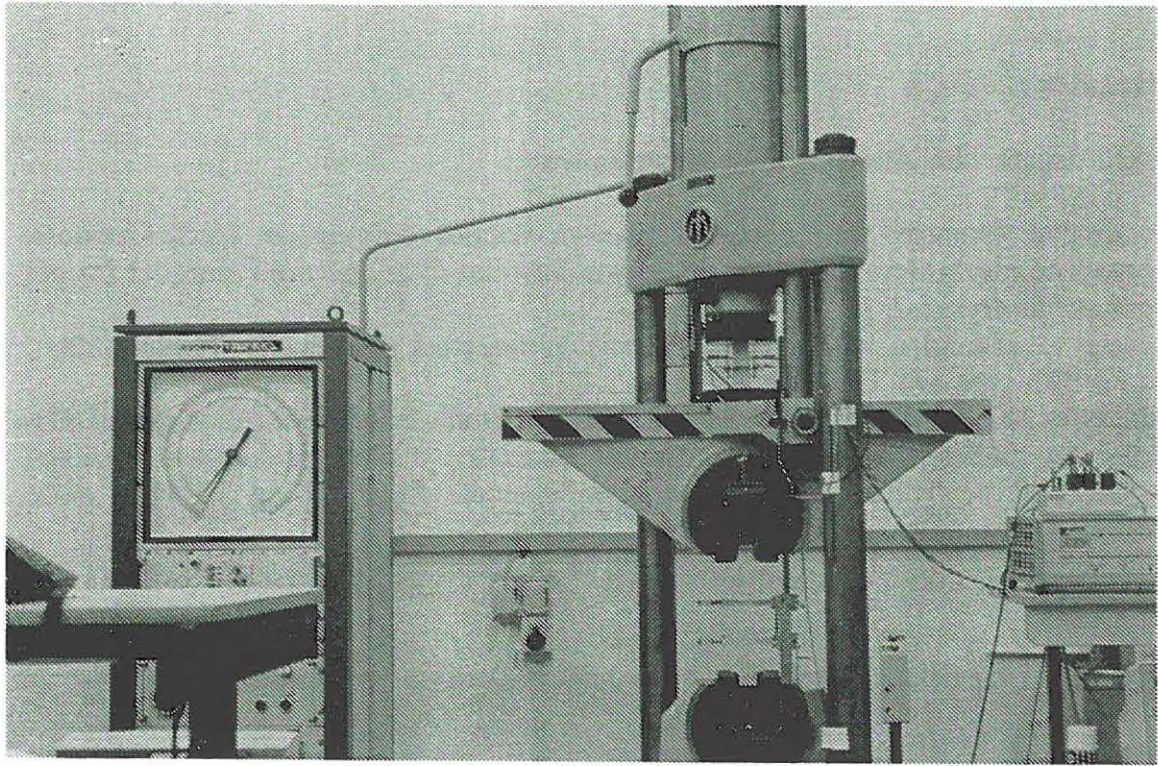
Til måling af afstanden mellem trykpladerne er benyttet en induktiv flytningsmåler, fabrikat HBM, type W5 TK.

Herudover er der benyttet 2 meget nøjagtige flytningsmålere, fabrikat HBM, type DD1, som over en målelængde på 50 mm, måler afstanden mellem to knivæg, som ved fjederbelastning er trykket let ind mod prøvelegemet.. Figur 3.2 og 3.3 viser dette målearrangement.



Figur 3.2 Måleudstyr til flytningsmåling over en målelængde på 50 mm. 2 stk. HBM, DD1 er fjederbelastet fastholdt til trykprøvelegemet. Til venstre herfor ses flytningsmåleren, som måler afstanden mellem trykpladerne og til venstre herfor en træklods, der virker som nødstop.





Figur 3.3 Måleudstyr til trykprøvning.

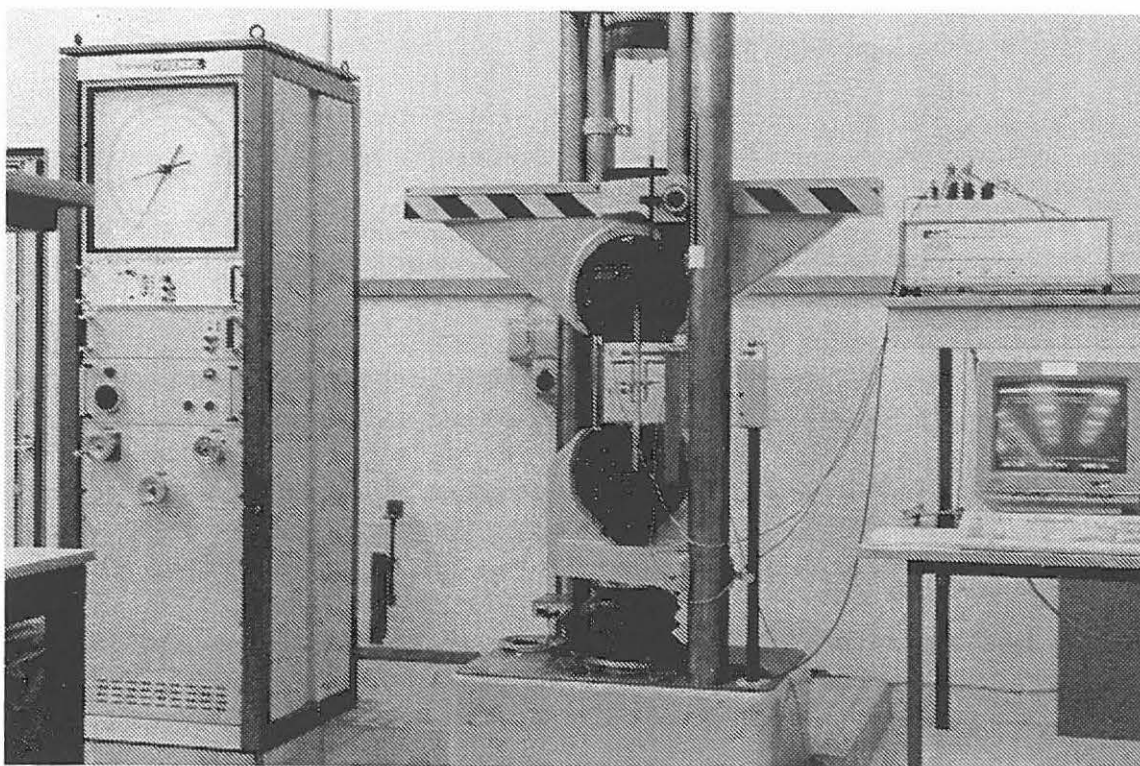
Til trækforsøgene er følgende måleudstyr benyttet:

Kraftmålingen foretages ved hjælp af prøvemaskinens indbyggede krafttransducer. Trækforsøgene blev udført med prøvemaskinen indstillet til at operere i området fra nul til en maksimal trækraft på 30 kN.

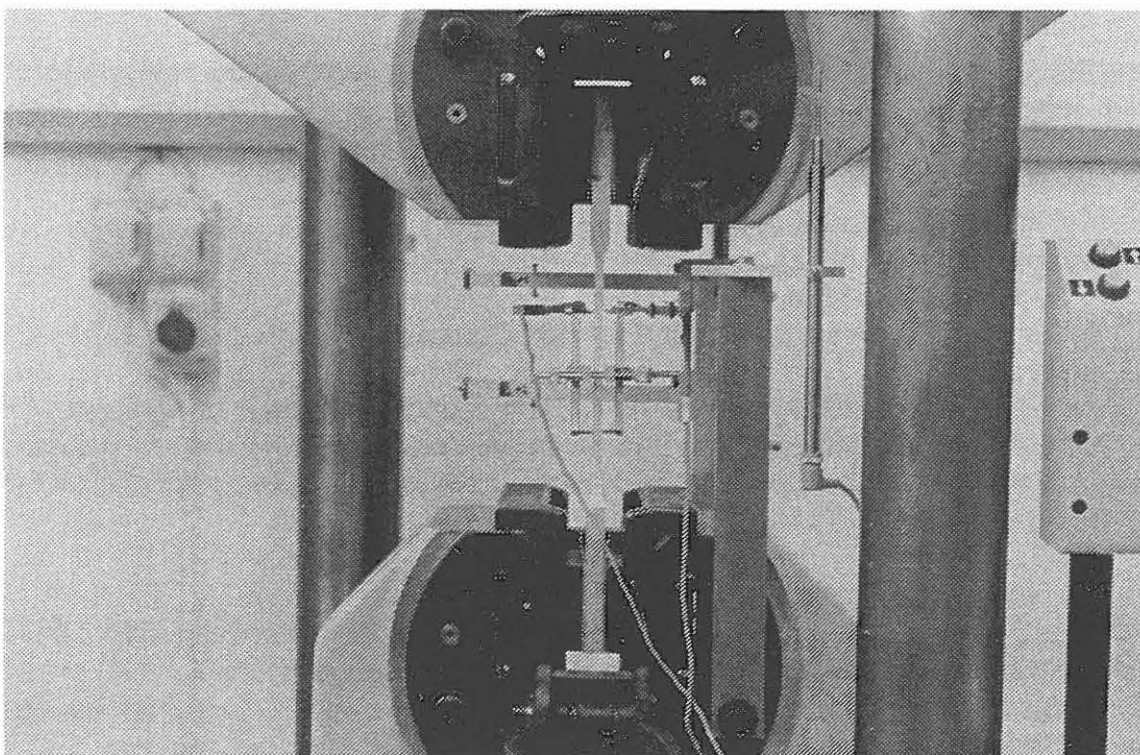
Til måling af afstanden mellem kæberne er benyttet en induktiv flytningsmåler, fabrikat HBM, type W20 TK.

Herudover er der benyttet 2 meget nøjagtige flytningsmålere, fabrikat HBM, type DD1, som over en målelængde på 100 mm, måler afstanden mellem to knivæg, som ved fjederbelastning trykkes let ind mod prøvelegemet. Figur 3.4 og 3.5 viser dette målearrangement.





Figur 3.4 Måleudstyr ved trækprøvning.



Figur 3.5 Måleudstyr til flytningsmåling over en målelængde på 100 mm. 2 stk. HBM, DD1 er fjederbelastet fastholdt til trækprøvelegemet. Til højre herfor ses flytningsmåleren, som måler afstanden mellem kæberne.

### 3.3 Forsøgsafvikling

Forsøgene blev afviklet på følgende måde:

Hver prøve navngives svarende til det bjælkenummer den stammer fra. For trækprøvernes vedkommende er endvidere benyttet bogstavet X for det andet prøvelegeme.

Herefter er tværsnittet opmålt og prøven sat i prøvemaskinen, som på forhånd er indstillet til det ønskede kraftområde og den ønskede krafthastighed.

Under forsøget dataopsamles 4 størrelser løbende, nemlig kraften, flytningen mellem trykplader/kæber samt flytningen fra de 2 DD1 transducere. Dette sker ved anvendelse af dataopsamlingssystemet HBM, DMC9012A ved anvendelse af standardprogrammet dmcbe. Der opsamles 2 data fra hver transducer pr. sek. og måletiden for hver dataopsamling svarer til 2400 Hz. Det skal bemærkes, at dataopsamlingen på de 4 kanaler sker simultant således, at der ikke er nogen faseforskel mellem de opsamlede data, hvilket bevirker, at de direkte kan benyttes ved optegning af arbejdskurver.

Målingerne med de 2 DD1 transducere benyttes til bestemmelse af begyndelseselastisitetskoefficienten. For ikke at ødelægge transducerne under bruddet tages disse transducere af i god tid før prøven brydes. Det noteres, hvornår dette sker.

Ved forsøgets afslutning noteres som kontrol den maksimale kraft aflæst på prøvemaskinens viser samt den til forsøget anvendte tid og hvor mange målinger der er foretaget.

Fugtindholdet måles herefter.

De opsamlede data gemmes i en fil. Disse data behandles herefter ved anvendelse af udviklet software bl.a. byggende på MATLAB biblioteket, se [4]. Resultatet af disse beregninger bliver en A4 side med de væsentligste forsøgsdata bl.a. indeholdende:

- \* den maksimale kraft i N
- \* lasthastigheden i N/sek
- \* trykspændingen i MPa
- \* forkortelsen/forlængelsen målt med flytningsmåleren mellem trykpladerne/kæberne
- \* en tabel visende målingerne fra de to DD1 transducere omsat til tøjninger. Denne tabel giver en antydning af, hvor centralt prøvelegemet har været belastet. Ved store forskelle mellem de to DD1 målinger er dette anført i skemaerne for de enkelte forsøg, se senere.

Herudover optegnes to grafer.

Den ene graf viser spændings-tøjningsrelationen op til det tidspunkt, hvor DD1 transducerne er taget af, og benyttes til bestemmelse af E-modul.

Hertil er benyttet middelværdien af de to DD1 målinger. E-modulen er bestemt ved lineær regression mellem ca. 100 punktpar ved tryk og ca. 30 punktpar ved træk.

Den anden graf viser relationen mellem flytningen af trykpladerne/kæberne og spændingen helt op til brud.

Et eksempel på forsøgsdata fra et trykforsøg er vist i appendix A og et eksempel på et trækforsøg er vist i appendix B.



## 4. MÅLERESULTATER

For hver af serierne fra A til K er i dette kapitel anført de opnåede resultater udfra de målinger, som er beskrevet i det foregående.

Følgende er vist for hver series tryk- og trækprøvning:

- \* et skema indeholdende oplysninger om:
  - \* prøvenummer
  - \* tværsnit
  - \* brudlast i kN
  - \* lasthastighed (i skemaet benævnt rate) i N/sek
  - \* tryk-/trækstyrke i MPa
  - \* elasticitetsmodulen i MPa
  - \* den målte fugtprocent
  - \* den målte forlængelse,  $\Delta_{\text{brud}}$ , i mm mellem trykplader/kæber
  - \* eventuelle andre bemærkninger
- \* en oversigt over middelværdier og standardafvigelser for tryk-/trækstyrke, elasticitetsmodul, lasthastighed, maksimal flytning mellem trykplader/kæber samt fugtprocenten
- \* en graf visende E-modulen som funktion af tryk-/trækstyrke
- \* fotos af alle prøvelegemer

For hver serie er endvidere vist en graf med E-modulen for træk afsat som funktion af E-modulen for tryk.

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
A01	40,5 * 40,5 = 1640,3	81,3	600	47,50	11800	11,8	1,31	Note 1
A02	40,5 * 40,5 = 1640,3	78,2	529	47,70	14270	11,2	1,52	Note 2
A03	40,5 * 40,6 = 1644,3	78,6	519	47,80	11710	12,0	1,35	
A04	40,5 * 40,5 = 1640,3	84,2	504	51,36	14190	10,5	1,44	Note 2
A05	40,4 * 40,4 = 1632,2	82,9	497	50,82	12460	11,5	1,23	
A06	40,3 * 40,3 = 1624,1	76,1	509	46,89	12590	11,0	1,53	Note 2
A07	40,3 * 40,3 = 1624,1	78,7	556	48,49	12430	11,7	1,55	
A08	40,3 * 40,4 = 1628,1	71,9	555	44,13	11230	11,3	1,22	Note 2
A09	40,3 * 40,4 = 1628,1	73,6	571	45,23	11580	11,5	1,14	
A10	40,3 * 40,4 = 1628,1	74,1	557	44,25	14070	11,7	1,19	Note 1 og 2
A11	40,2 * 40,2 = 1616,0	83,8	580	51,84	12990	11,8	1,38	
A12	40,3 * 40,3 = 1624,1	87,3	572	53,74	13550	11,7	1,35	
A13	40,3 * 40,4 = 1628,1	81,7	556	50,21	12210	11,7	1,55	
A14	40,2 * 40,3 = 1620,1	71,5	544	44,14	11110	11,4	1,50	
A15	40,2 * 40,2 = 1616,0	80,0	558	49,52	13170	11,7	1,42	

**Note 1:** σ<sub>brud</sub> er her bestemt som den første af 2 maximumværdier og brud-forlængelse er også bestemt svarende hertil. Værdier er aflæst på datafil.

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
A16	40,3 * 40,3 = 1624,1	70,8	543	43,61	11280	11,2	1,45	Note 2
A17	40,3 * 40,2 = 1620,1	82,4	570	50,88	14420	11,5	1,35	Note 2
A18	40,4 * 40,4 = 1632,1	71,9	553	44,08	13010	11,6	1,13	
A19	40,3 * 40,3 = 1624,1	90,1	560	55,49	15290	12,7	1,63	
A20	40,3 * 40,4 = 1628,1	85,4	577	52,46	14570	11,6	1,29	
A21	40,2 * 40,2 = 1616,0	85,1	554	52,66	19010	12,1	1,39	Note 2
A22	40,0 * 40,3 = 1612,0	67,5	558	41,86	14430	11,3	1,46	Note 2
A23	40,0 * 40,0 = 1600,0	79,5	521	49,70	15700	12,2	1,26	Note 2
A24	40,0 * 40,1 = 1604,0	77,9	521	48,56	13560	11,5	1,22	
A25	40,1 * 40,1 = 1608,0	75,8	539	47,12	13270	11,7	1,29	
A26	40,2 * 40,2 = 1616,0	69,9	536	43,24	12320	11,7	1,27	Note 2
A27	40,1 * 40,1 = 1608,0	76,4	538	47,50	12720	12,0	1,56	Note 2
A28	40,1 * 40,1 = 1608,0	86,0	531	53,47	15490	11,7	1,31	Note 2
A29	40,0 * 40,1 = 1604,0	89,8	536	55,97	16280	11,7	1,49	
A30	40,1 * 40,1 = 1608,0	86,4	533	53,72	15270	11,4	1,48	Note 2

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



### Oversigt over trykprøvning for serie A:

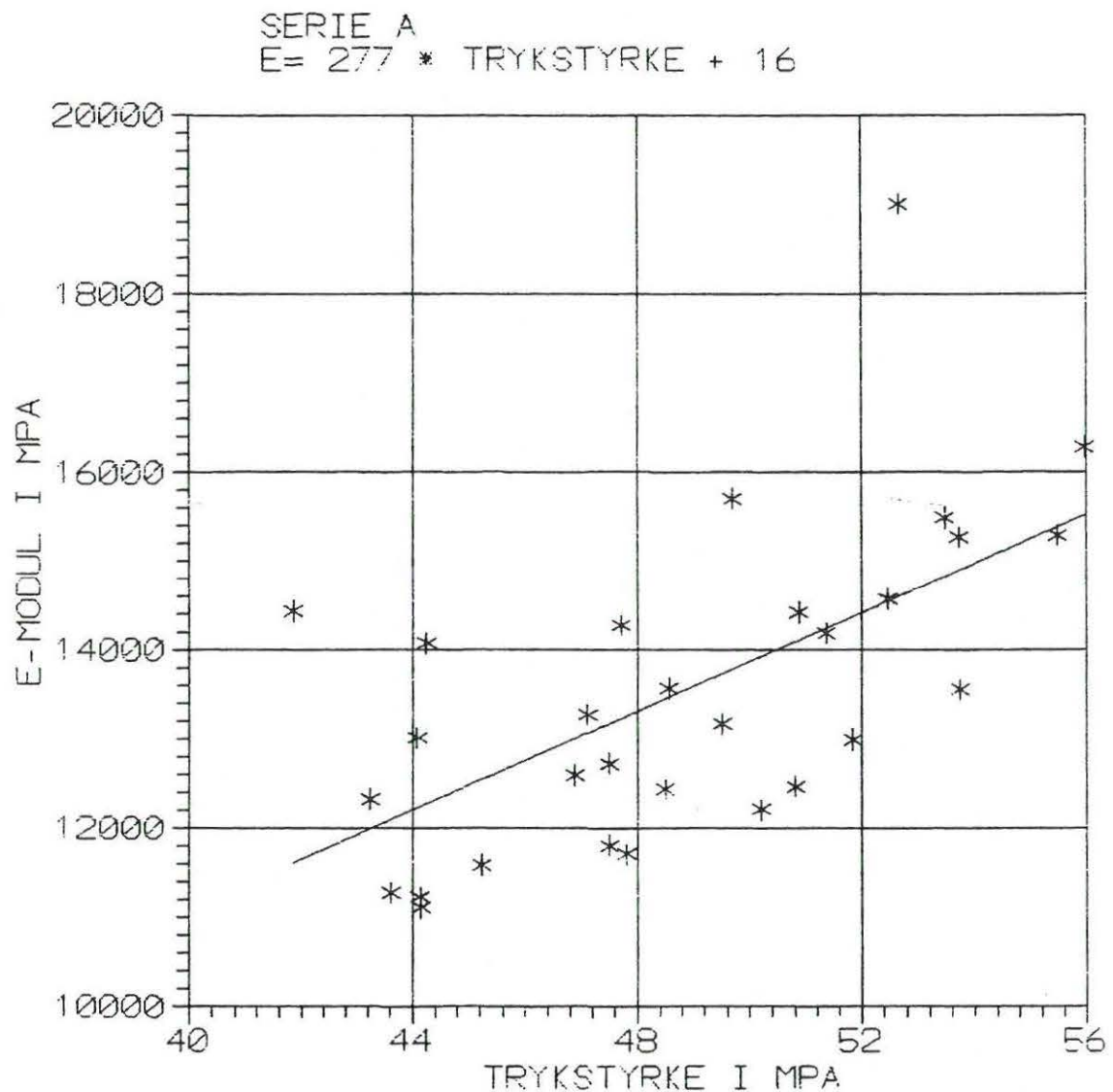
Middelværdi for trykstyrke: 48,8 MPa med en standardafv. på 3,8 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,35 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,17 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,38 mm med en standardafv. på 0,13 mm.

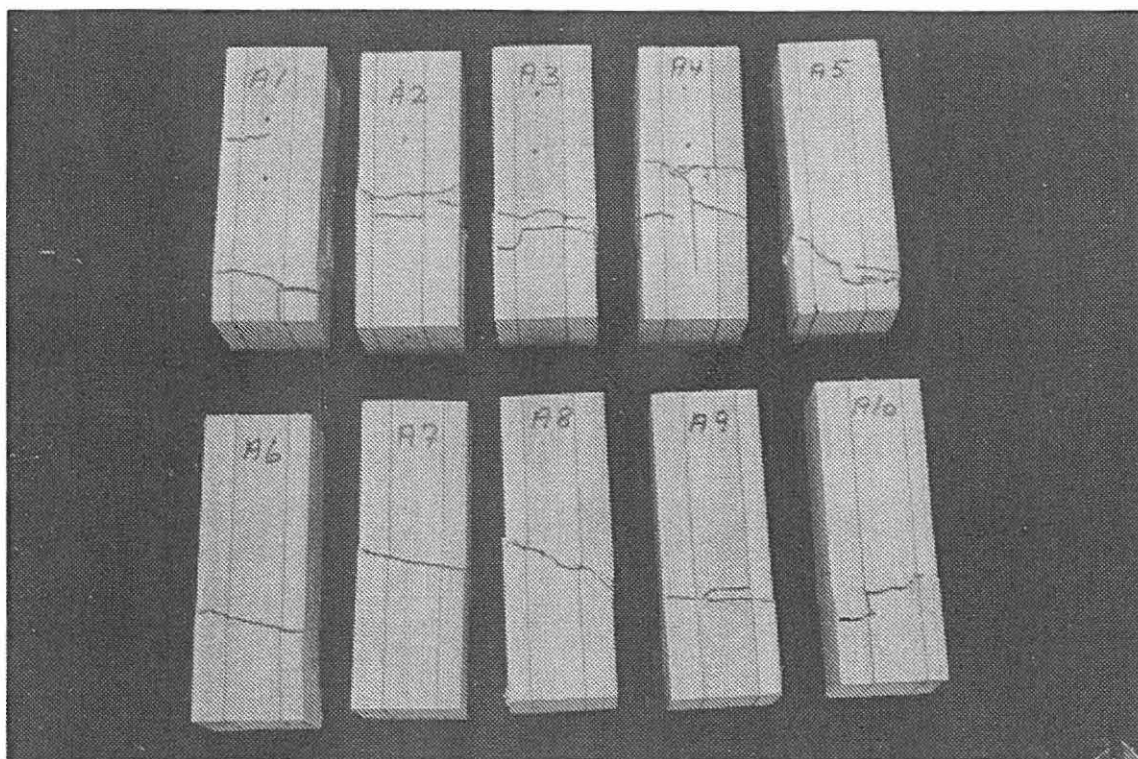
Middelværdi for lasthastighed: 546 N/sek. med en standardafv. på 23 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,6 med en standardafv. på 0,4.

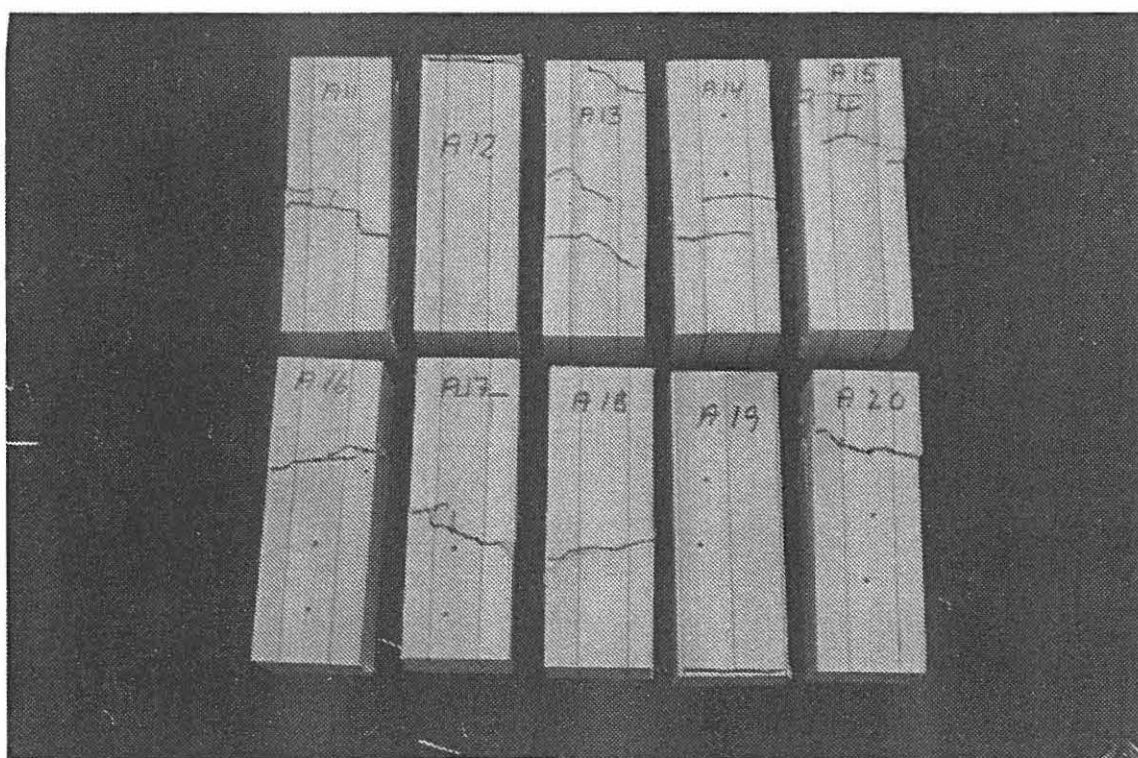


Figur 4.1

Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke

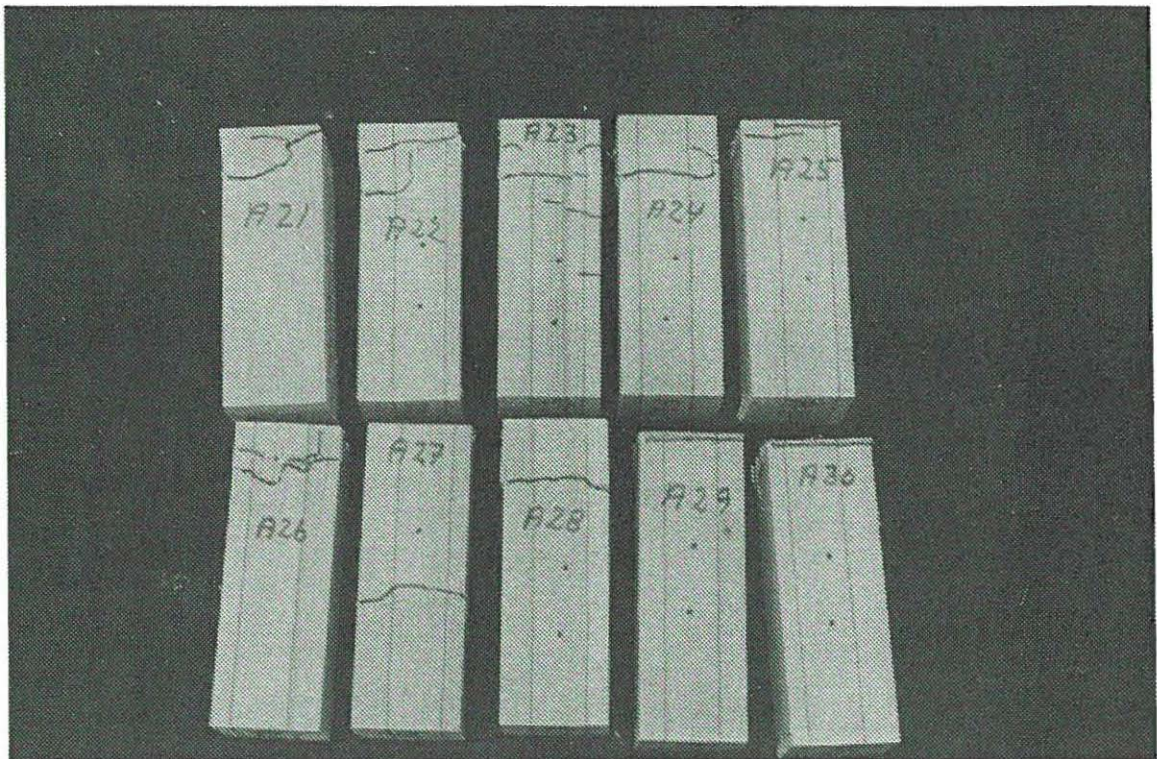


Figur 4.2 Foto af trykprøver A1 - A10



Figur 4.3 Foto af trykprøver A11 - A20





Figur 4.4 Foto af trykprøver A21 - A30

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
A01	20,2 * 7,8 = 157,6	17,0	180	107,85	15010	11,0	24,29	Note 3
A01X	20,0 * 8,0 = 160,0	16,3	177	101,87	14410	11,3	19,32	Note 3
A02	20,7 * 7,4 = 153,2	14,0	179	91,65	18290	11,7	7,58	
A02X	20,1 * 7,0 = 140,7	9,1	171	64,96	15010	10,0	3,82	
A03	20,6 * 7,8 = 160,7	12,5	172	78,03	14450	11,2	11,41	
A03X	20,7 * 7,8 = 161,5	11,1	170	68,60	12980	10,5	6,56	
A04	20,6 * 7,7 = 158,6	11,3	172	71,06	12370	11,0	5,96	
A04X	20,6 * 7,1 = 146,1	17,1	174	117,09	15110	10,7	15,65	
A05	20,3 * 7,7 = 156,3	11,4	170	72,80	13950	11,0	7,64	
A05X	20,6 * 8,0 = 164,8	13,4	176	81,60	13290	10,2	10,23	
A06	20,1 * 7,7 = 154,8	12,1	176	78,05	12810	10,2	13,89	
A06X	20,1 * 8,0 = 160,8	14,4	176	89,41	13110	11,7	9,35	
A07	20,1 * 7,7 = 154,8	12,2	173	78,60	15820	11,2	8,25	
A07X	20,4 * 7,8 = 159,1	13,8	174	86,92	13740	10,5	10,77	
A08	20,3 * 7,7 = 156,3	8,3	173	53,03	9692	11,0	3,05	

**Note 3:** Disse prøvelegemer er ikke forsynet med aluminiumbeslag for enderne.



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
A08X	20,2 * 7,8 = 157,6	13,3	174	84,14	11310	10,8	15,20	
A09	20,4 * 7,8 = 159,1	10,1	173	63,44	9984	10,5	11,21	
A09X	20,3 * 7,7 = 156,3	12,3	171	78,76	16400	10,7	6,76	
A10	20,1 * 7,9 = 158,8	15,4	173	97,44	12830	10,8	22,80	
A10X	20,1 * 7,5 = 150,8	14,8	172	98,04	13650	10,8	17,93	
A11	20,0 * 7,7 = 154,0	12,3	172	79,62	11530	11,0	10,31	
A12	20,0 * 7,9 = 158,0	16,3	173	103,01	16340	10,6	26,11	
A12X	20,2 * 7,6 = 153,5	20,1	175	131,16	15670	11,0	-	Note 4
A13	20,2 * 7,9 = 159,6	13,8	173	86,38	16430	11,0	7,33	
A14	20,0 * 7,7 = 154,0	11,3	172	73,18	11820	11,2	4,88	
A14X	20,1 * 7,9 = 158,8	7,9	170	49,77	14150	10,9	2,46	
A15	19,9 * 7,5 = 149,3	9,4	172	62,80	11050	11,0	4,36	
A15X	20,1 * 7,4 = 148,7	9,3	172	62,31	14900	11,2	3,27	
A16	19,9 * 7,7 = 153,2	5,9	171	38,59	12640	10,8	1,51	
A16X	20,1 * 7,7 = 154,8	9,6	172	62,08	7605	11,2	5,28	

**Note 4:** Brudforlængelse ikke bestemt.

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
A17	20,0 * 7,6 = 152,0	10,4	171	68,52	12290	10,4	6,48	
A18	20,2 * 8,0 = 161,6	11,3	171	69,97	10530	10,4	8,54	
A18X	20,2 * 7,9 = 159,6	11,4	171	71,68	11140	10,5	10,32	
A19	20,1 * 7,6 = 152,8	9,1	170	59,66	12440	11,2	2,99	
A20	20,2 * 7,8 = 157,6	12,1	171	76,98	14960	10,4	6,86	
A20X	20,4 * 7,5 = 153,0	6,5	168	42,16	12470	11,0	2,02	
A21	20,0 * 8,2 = 164,0	11,8	170	72,25	13840	12,1	5,83	
A21X	20,0 * 8,2 = 164,0	15,3	172	93,47	17290	12,5	21,93	
A22	19,8 * 8,0 = 158,4	12,4	169	78,02	12050	12,0	10,31	
A22X	20,0 * 8,2 = 164,0	13,5	170	82,52	14920	11,8	5,73	
A23	20,0 * 8,1 = 162,0	9,9	170	61,31	13540	11,2	4,79	
A23X	20,0 * 8,0 = 160,0	17,9	172	111,90	16280	12,0	23,50	
A24	19,9 * 8,1 = 161,2	12,4	169	77,21	12200	11,9	11,38	
A24X	20,1 * 8,2 = 164,8	8,7	170	53,03	7456	11,5	4,13	
A25	20,0 * 8,2 = 164,0	12,2	167	74,35	13730	12,1	11,67	

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
A25X	19,9 * 8,1 = 161,2	15,1	171	93,42	13130	11,6	21,22	
A26	20,0 * 8,1 = 162,0	9,6	176	59,10	9307	11,3	3,83	
A26X	20,0 * 8,1 = 162,0	5,3	168	32,74	9556	11,6	1,88	
A27	20,0 * 8,2 = 164,0	16,7	172	101,72	14610	11,5	23,63	
A27X	20,2 * 8,1 = 163,6	9,1	168	55,92	15480	11,8	7,84	
A28	20,0 * 8,0 = 160,0	9,3	170	57,94	12410	12,2	3,10	
A28X	20,1 * 8,2 = 164,8	19,1	189	115,78	16620	12,3	29,41	
A29	20,0 * 8,0 = 160,0	11,4	200	71,12	11220	12,2	8,49	
A29X	20,0 * 8,4 = 168,0	9,5	167	56,53	7790	12,2	4,44	
A30	19,8 * 8,1 = 160,4	10,5	165	65,24	11030	12,1	8,14	
A30X	19,8 * 8,0 = 158,4	19,3	169	121,84	15910	11,5	28,11	



Oversigt over trækprøvning for serie A:

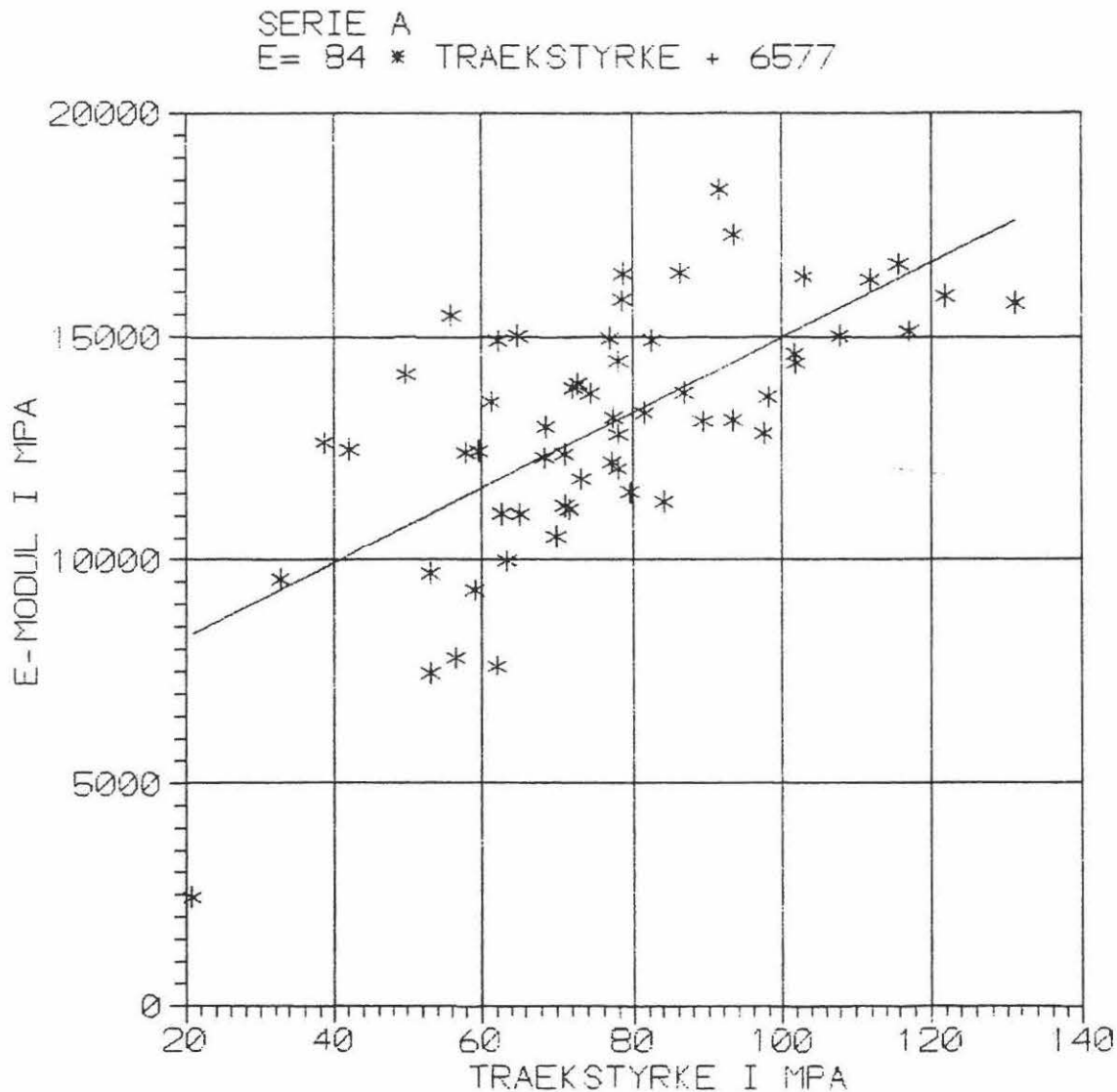
Middelværdi for trækstyrke: 77,4 MPa med en standardafv. på 20,8 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,32 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,24 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 10,4 mm med en standardafv. på 7,41 mm.

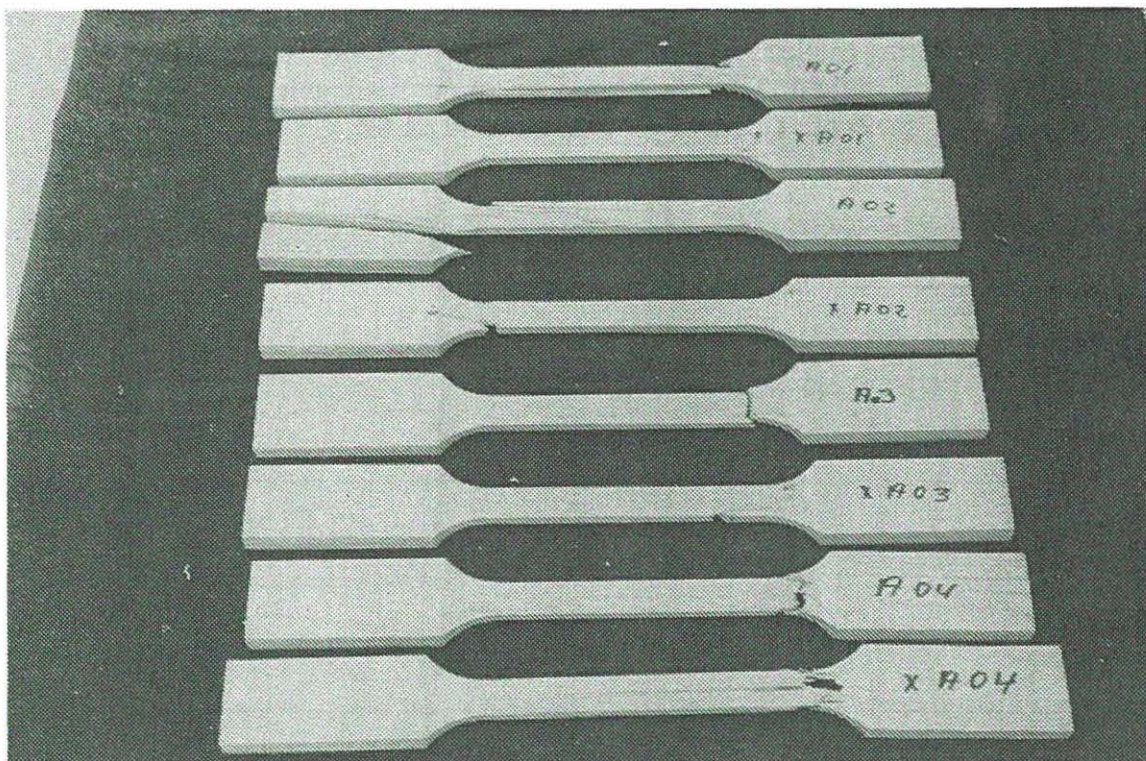
Middelværdi for lasthastighed: 172 N/sek. med en standardafvigelse på 5 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,2 med en standardafv. på 0,6.

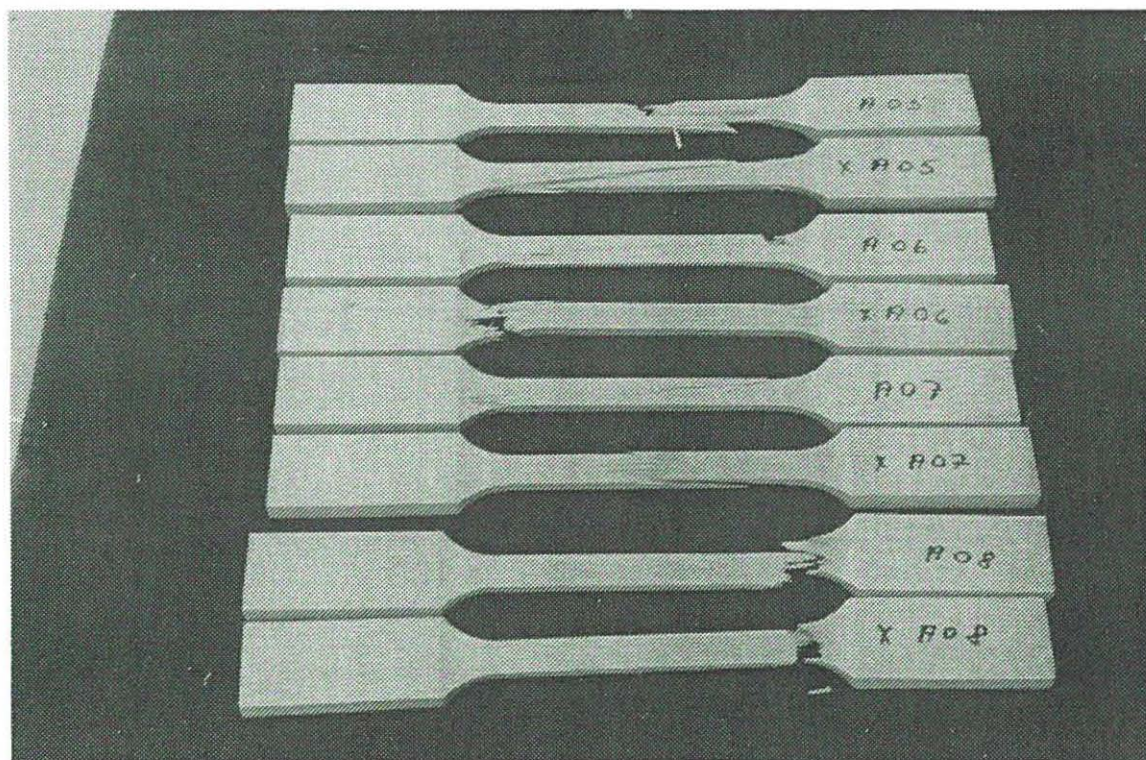


Figur 4.5 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke



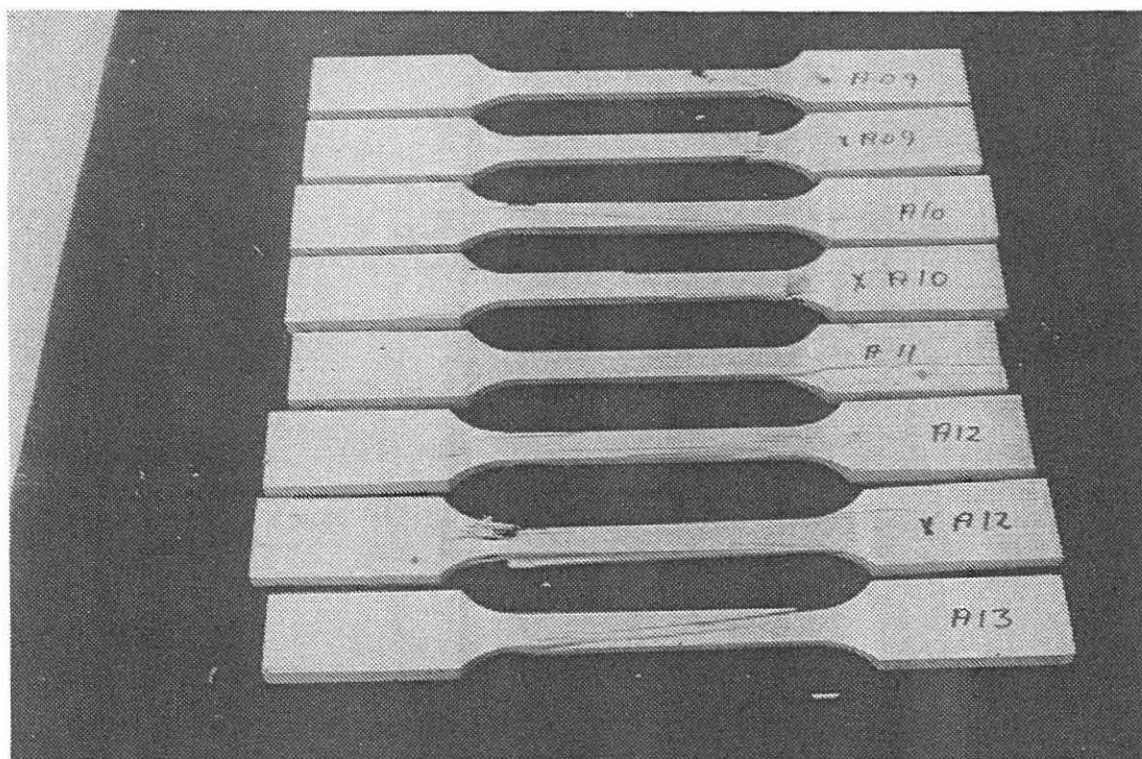


Figur 4.6 Foto af trækprøver A01 - A04X

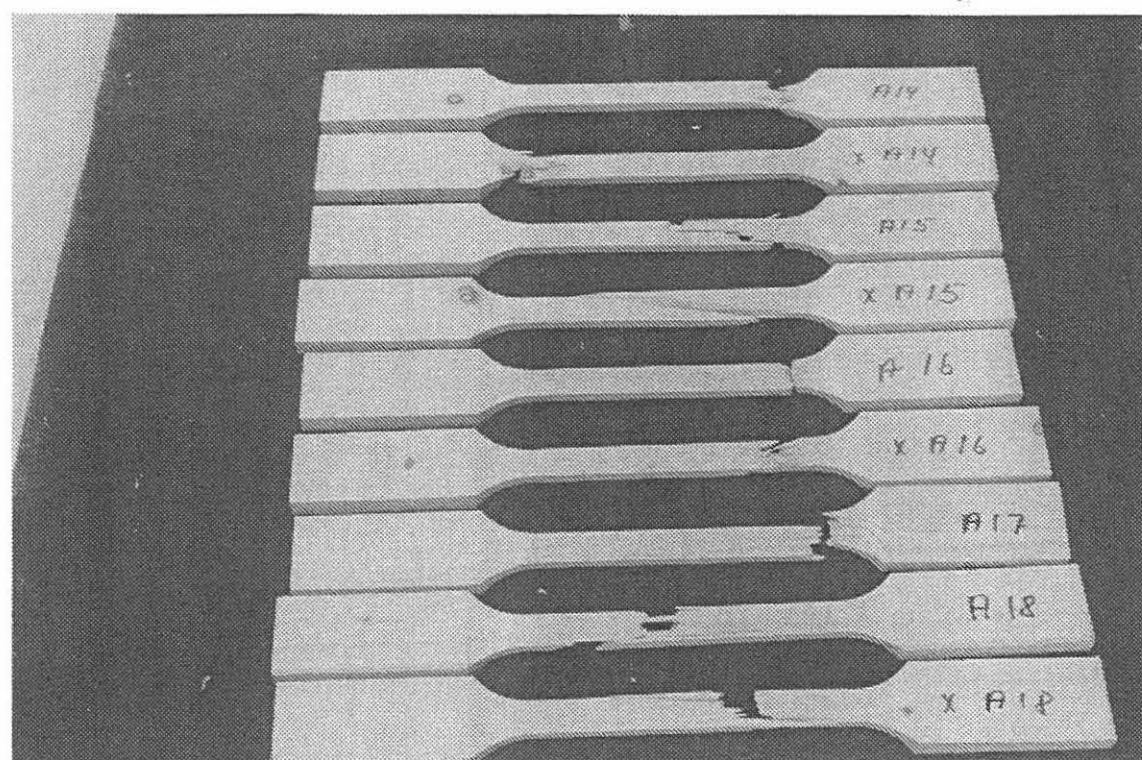


Figur 4.7 Foto af trækprøver A05 - A08X



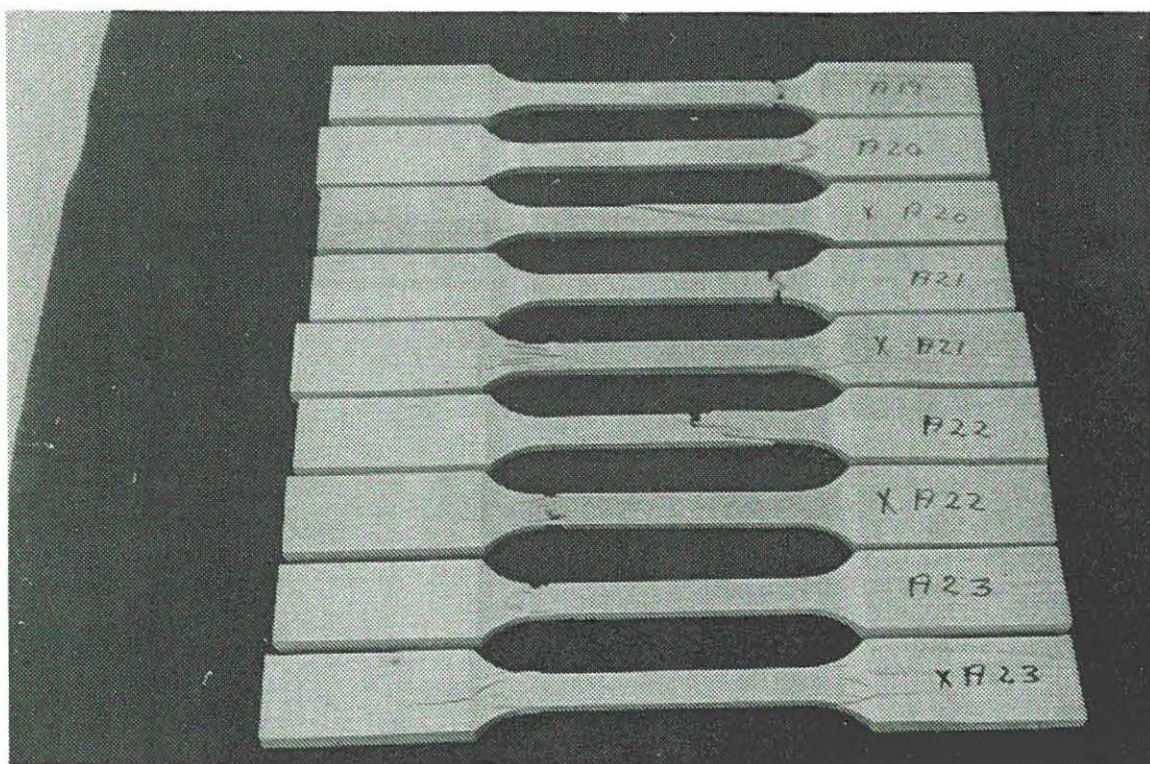


Figur 4.8 Foto af trækprøver A09 - A13

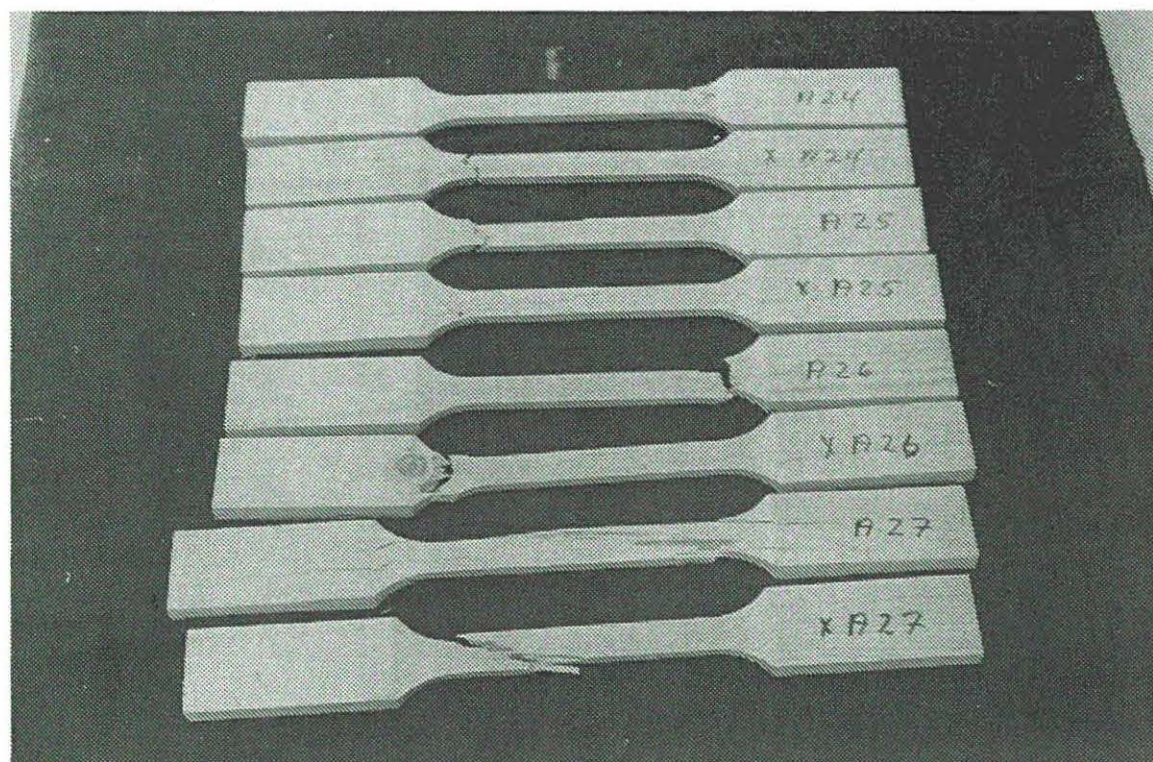


Figur 4.9 Foto af trækprøver A14 - A18X



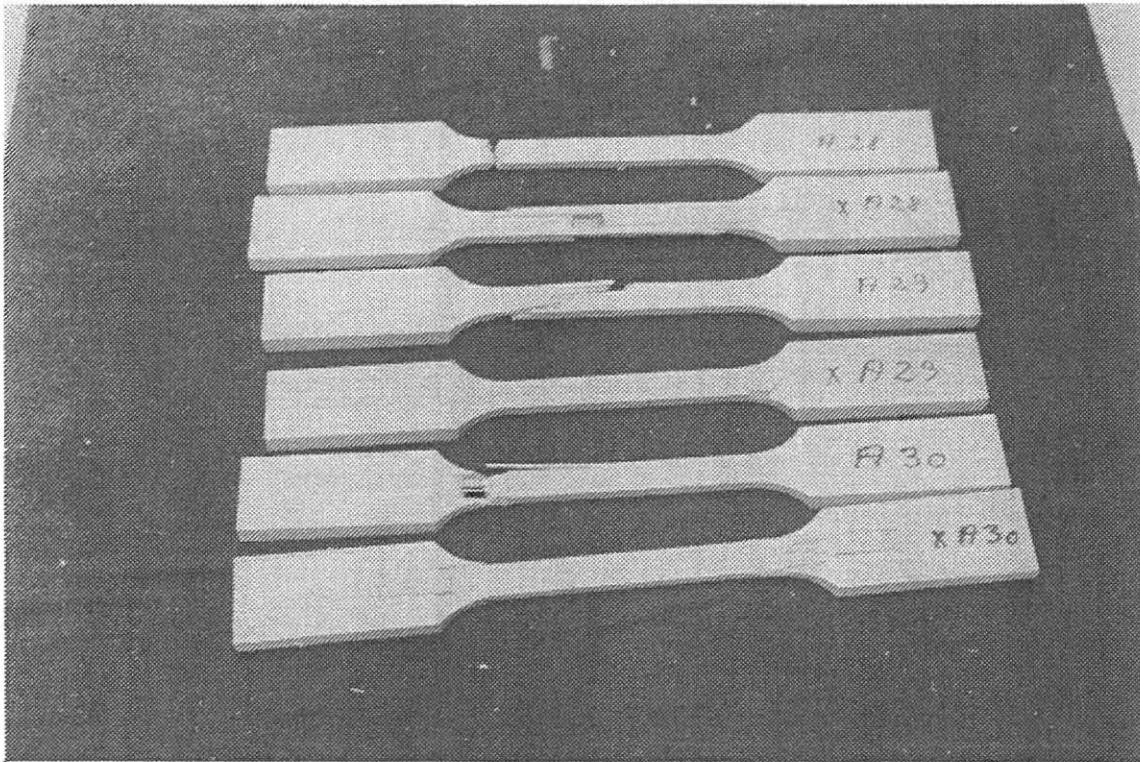


Figur 4.10 Foto af trækprøver A19 - A23X

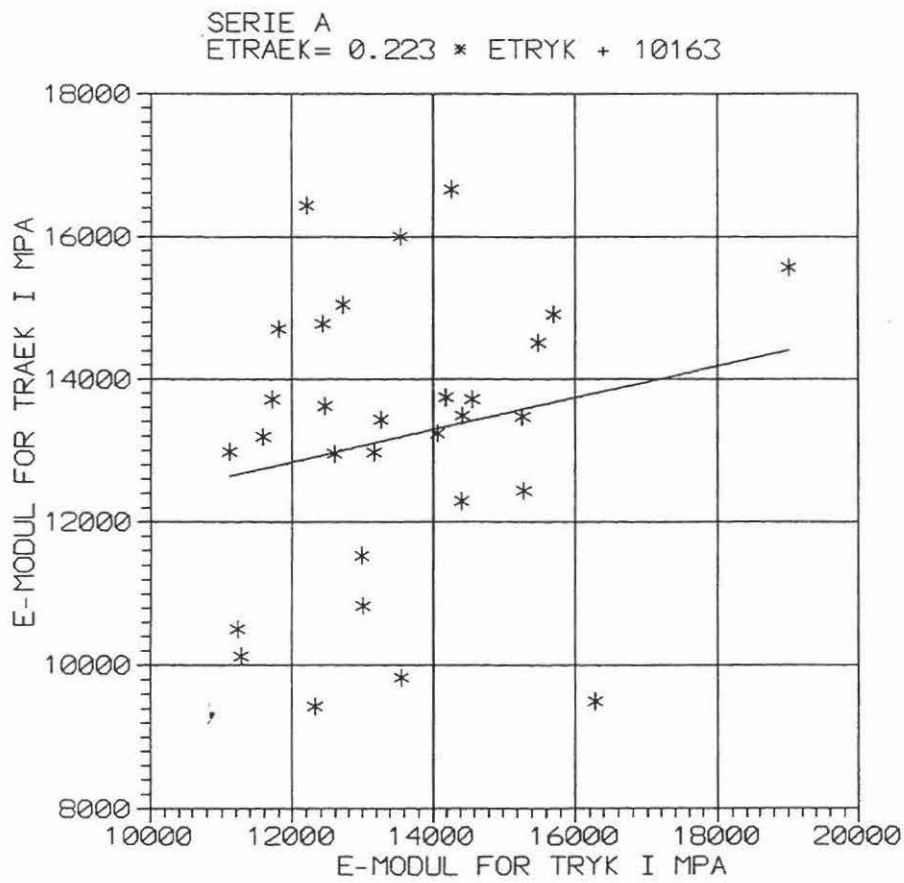


Figur 4.11 Foto af trækprøver A24 - A27X





Figur 4.12 Foto af trækprøver A28 - A30X



Figur 4.13 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
B01	40,3 * 40,3 = 1624,1	74,8	509	46,08	15820	11,5	1,40	Note 2
B02	40,3 * 40,3 = 1624,1	80,9	550	49,80	12690	11,5	1,41	
B03	40,3 * 40,3 = 1624,1	87,0	524	53,58	14180	11,7	1,64	Note 2
B04	40,3 * 40,4 = 1628,1	74,1	522	45,52	12410	11,6	1,20	
B05	40,4 * 40,4 = 1632,2	91,6	539	56,11	16020	11,5	1,27	Note 2
B06	40,3 * 40,3 = 1624,1	96,5	548	42,50	11510	12,0	1,63	
B07	40,3 * 40,3 = 1624,1	93,7	521	57,71	16960	11,8	1,59	Note 2
B08	40,4 * 40,4 = 1632,2	80,8	516	49,50	13020	12,0	1,67	
B09	40,3 * 40,3 = 1624,1	74,8	521	46,04	12610	12,1	1,10	
B10	40,2 * 40,2 = 1616,0	75,9	521	46,94	12030	12,3	1,63	
B11	40,2 * 40,3 = 1620,1	73,5	529	45,36	13260	10,5	1,44	
B12	40,1 * 40,2 = 1612,0	83,1	515	51,57	12910	10,8	1,45	
B13	40,3 * 40,2 = 1620,1	72,4	523	44,69	12170	11,2	1,33	
B14	40,1 * 40,2 = 1612,0	78,3	540	48,58	11900	11,6	1,18	
B15	40,3 * 40,3 = 1624,1	82,2	541	50,62	18830	11,2	1,23	Note 2

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



Oversigt over trykprøvning for serie B:

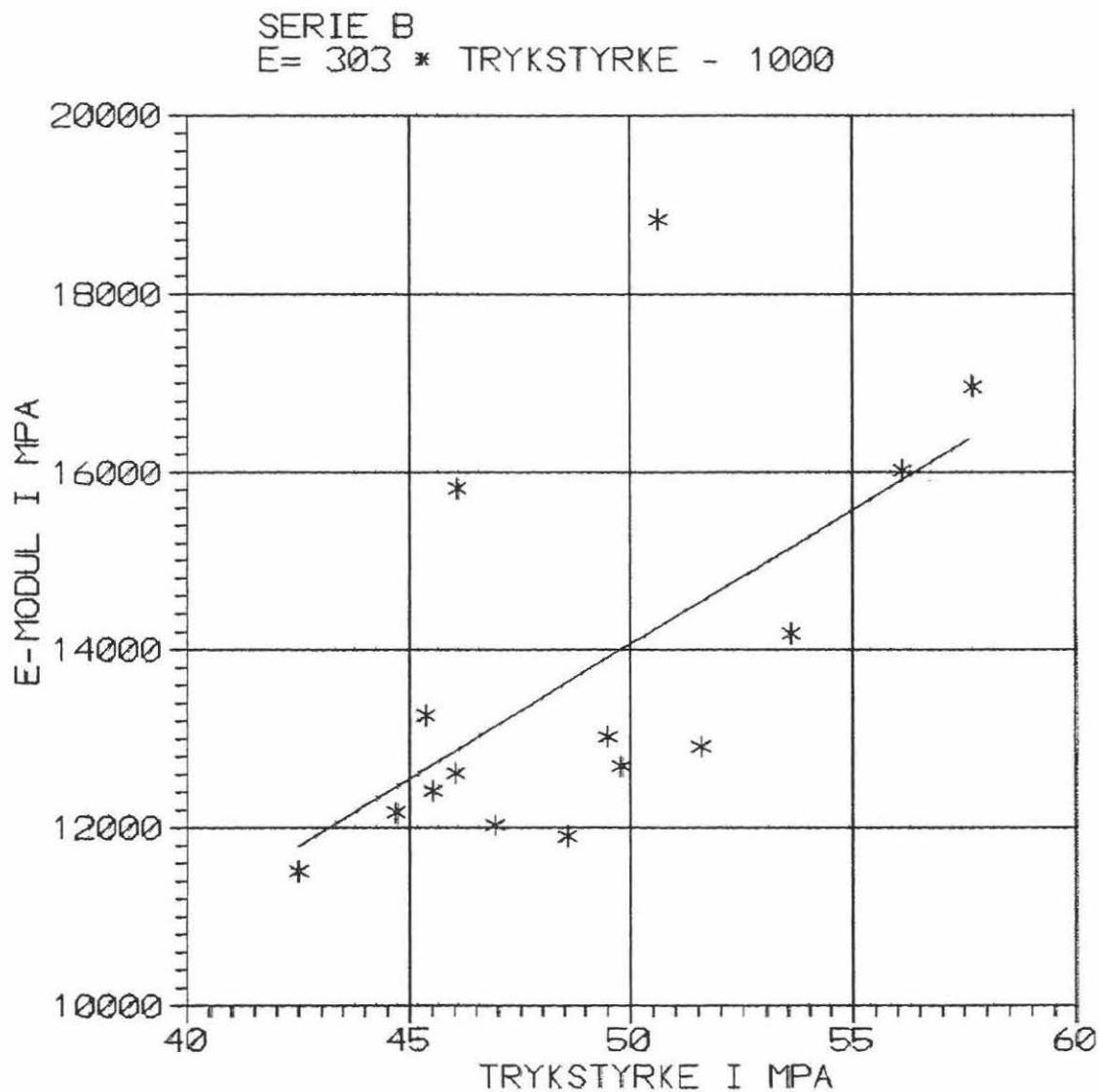
Middelværdi for trykstyrke: 49,0 MPa med en standardafv. på 4,2 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,37 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,21 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,41 mm med en standardafv. på 0,18 mm.

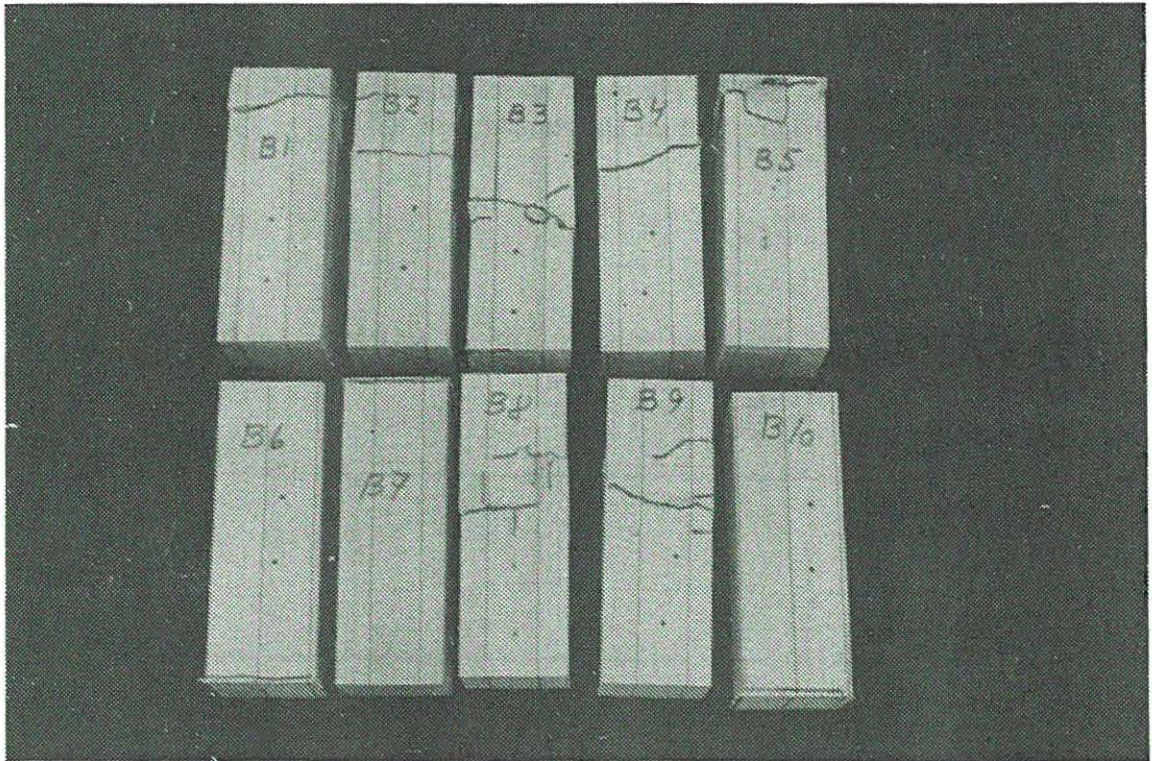
Middelværdi for lasthastighed: 528 N/sek. med en standardafv. på 12 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,6 med en standardafv. på 0,5.

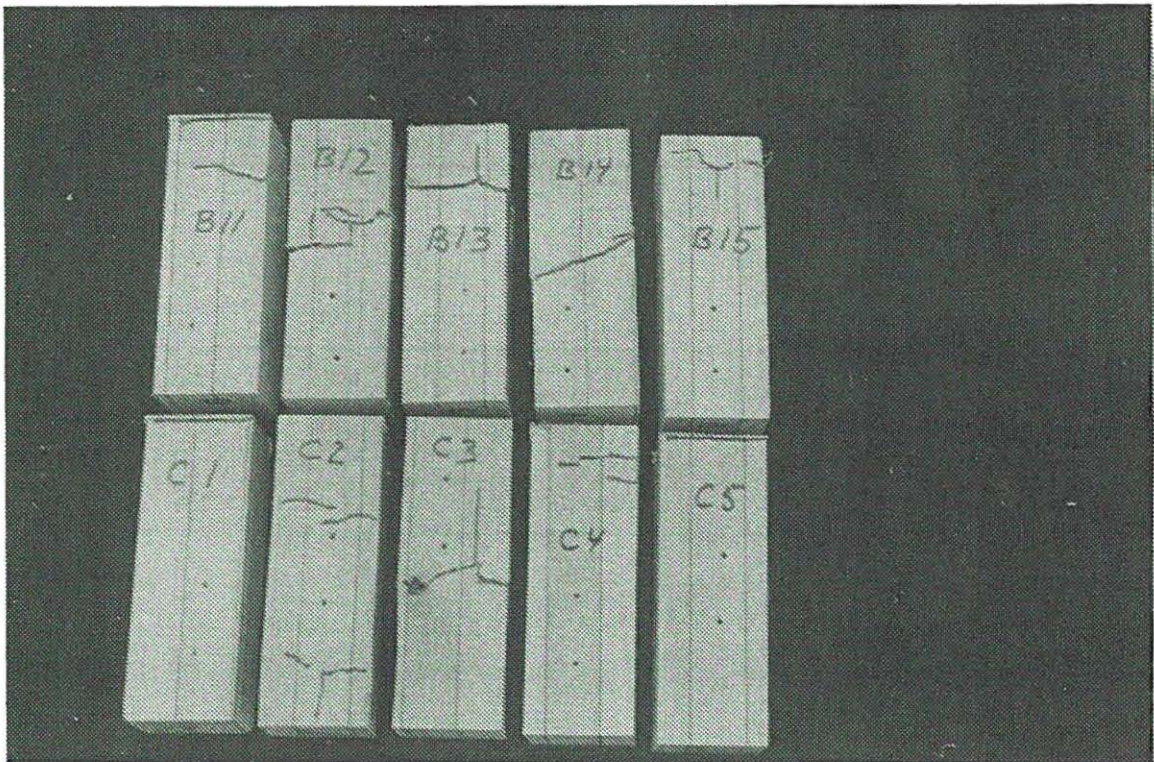


Figur 4.14 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke





Figur 4.15 Foto af trykprøver B1 - B10



Figur 4.16 Foto af trykprøver B11 - B15



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
B01	20,1 * 7,5 = 150,8	15,3	169	101,25	14160	11,7	12,77	
B01X	20,2 * 7,7 = 155,5	13,9	169	89,52	14360	11,4	9,05	
B02	20,3 * 7,7 = 156,3	12,3	168	78,51	16760	11,7	7,83	
B02X	19,9 * 7,5 = 149,3	11,3	168	75,63	16560	12,2	6,70	
B03	20,4 * 7,7 = 157,1	13,2	169	84,24	13850	11,5	10,22	
B03X	20,4 * 7,7 = 157,1	9,8	175	62,25	14860	11,3	4,01	
B04	20,1 * 7,4 = 148,7	11,0	166	73,82	9289	11,4	4,08	
B05	20,3 * 7,7 = 156,3	13,2	167	84,25	13170	10,5	13,02	
B05X	20,4 * 7,8 = 159,1	13,5	170	84,76	13540	11,2	9,43	
B06	20,0 * 7,7 = 154,0	11,2	168	73,02	11500	11,0	7,05	
B06X	19,9 * 7,4 = 147,3	8,1	167	54,84	9142	10,8	3,88	
B07	20,1 * 7,7 = 154,8	11,1	166	71,44	12100	12,0	6,68	
B07X	20,0 * 7,6 = 152,0	9,6	165	62,93	10710	12,0	3,88	
B08	20,0 * 8,0 = 160,0	12,8	168	80,12	16440	12,2	7,03	
B08X	20,2 * 7,7 = 155,5	10,5	166	67,26	10950	11,6	7,50	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
B09	20,2 * 7,3 = 147,5	20,1	170	136,45	16980	12,0	20,59	
B09X	20,1 * 7,7 = 154,8	10,1	166	65,50	10890	11,2	3,89	
B10	20,1 * 7,6 = 152,8	15,4	169	101,07	13650	11,0	20,00	
B10X	20,1 * 7,6 = 152,8	12,2	166	79,94	10740	10,6	6,10	
B11	20,1 * 8,1 = 162,8	6,9	165	42,63	7364	10,5	2,38	
B11X	20,0 * 8,3 = 166,0	15,1	178	90,93	13460	10,3	23,68	
B12	20,1 * 7,7 = 154,8	7,1	171	45,77	6513	11,0	2,61	
B12X	20,1 * 8,0 = 160,8	12,4	203	76,83	11830	10,6	9,74	
B13	20,1 * 8,1 = 162,8	11,2	172	68,85	11030	10,2	7,75	
B13X	20,0 * 8,1 = 162,0	10,7	172	66,30	13410	10,7	4,73	
B14	19,9 * 8,1 = 161,2	11,4	171	70,88	12060	10,2	8,46	
B14X	20,0 * 8,2 = 164,0	12,2	172	74,42	11310	9,8	8,62	
B15	20,1 * 8,1 = 162,8	16,6	173	101,70	16900	10,8	19,26	
B15X	20,0 * 8,1 = 162,0	8,5	180	52,18	10340	11,0	2,83	

Oversigt over trækprøvning for serie B:

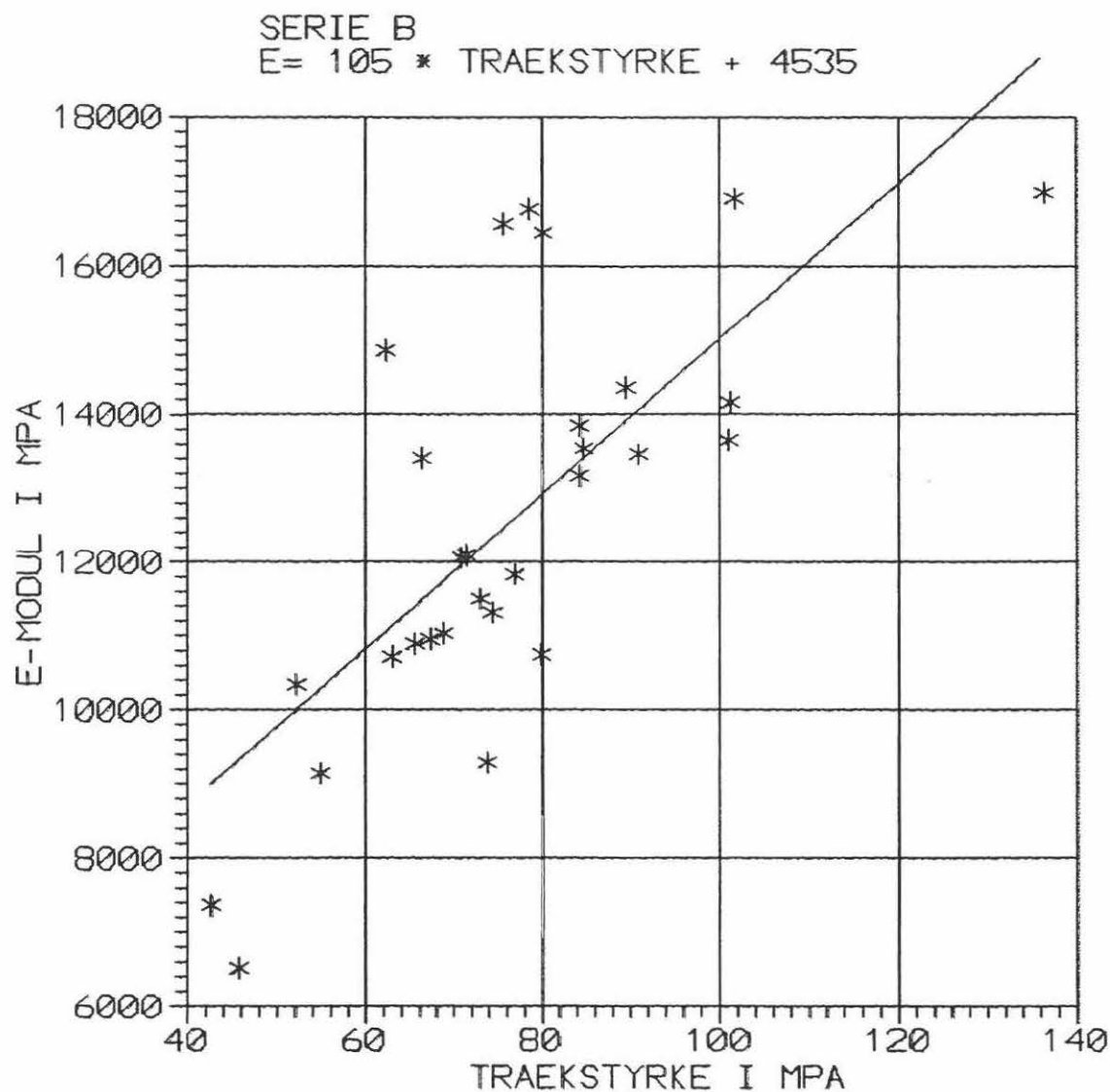
Middelværdi for trækstyrke: 76,5 MPa med en standardafv. på 18,6 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,25 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,27 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 8,75 mm med en standardafv. på 5,60 mm.

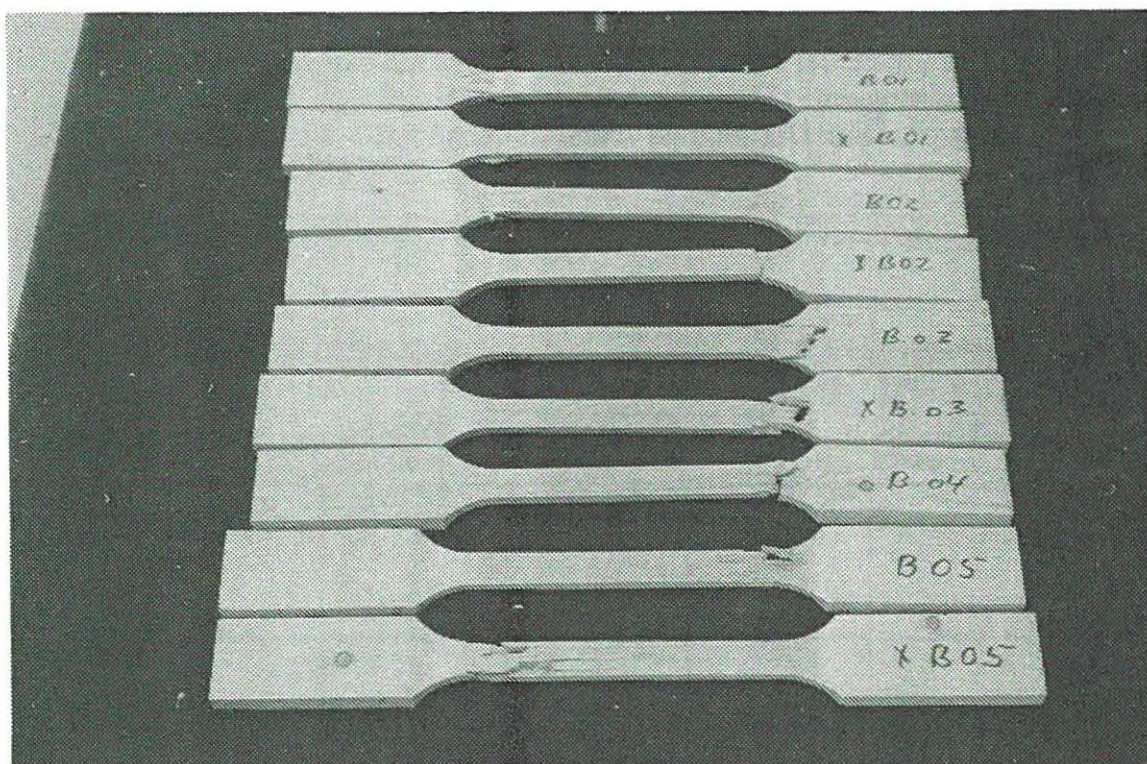
Middelværdi for lasthastighed: 171 N/sek. med en standardafv. på 7 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,1 med en standardafv. på 0,6.

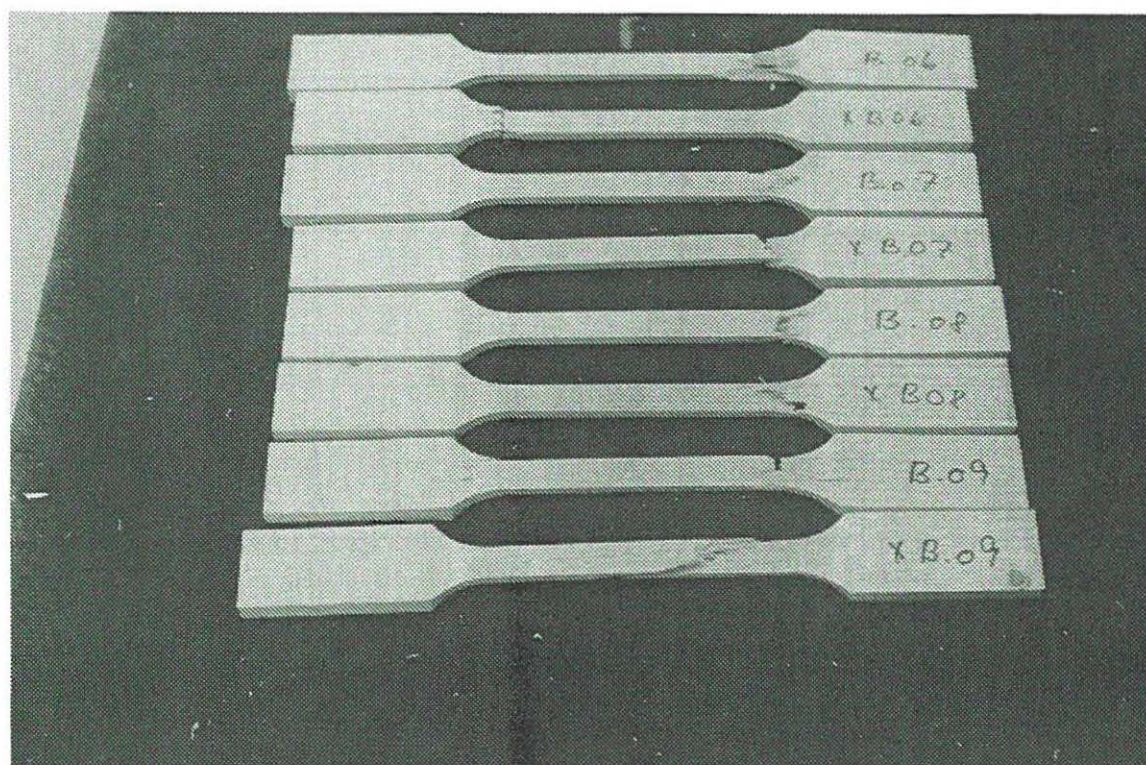


Figur 4.17 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke



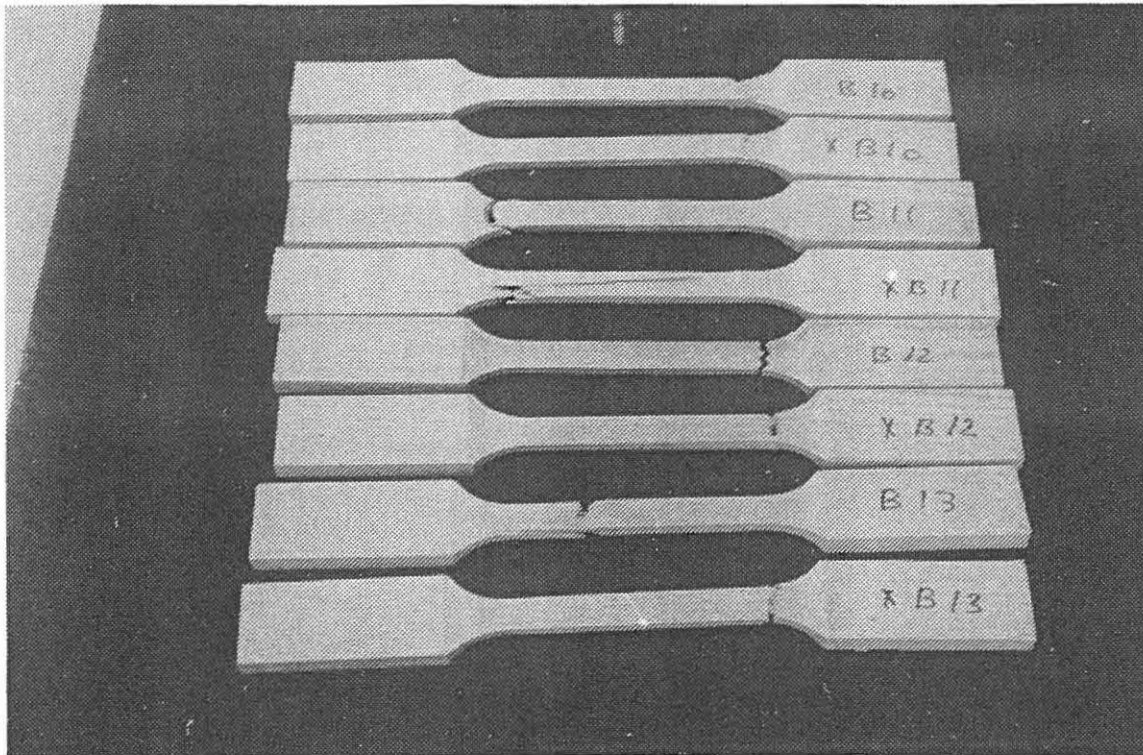


Figur 4.18 Foto af trækprøver B01 - B05X

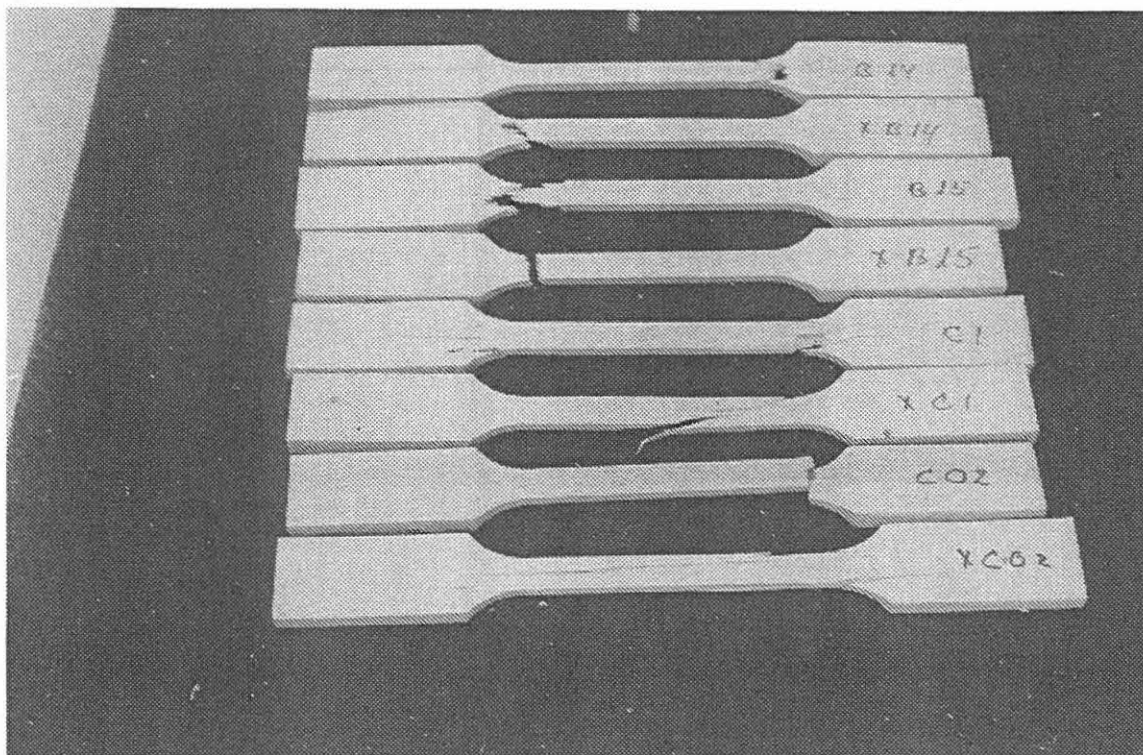


Figur 4.19 Foto af trækprøver B06 - B09X

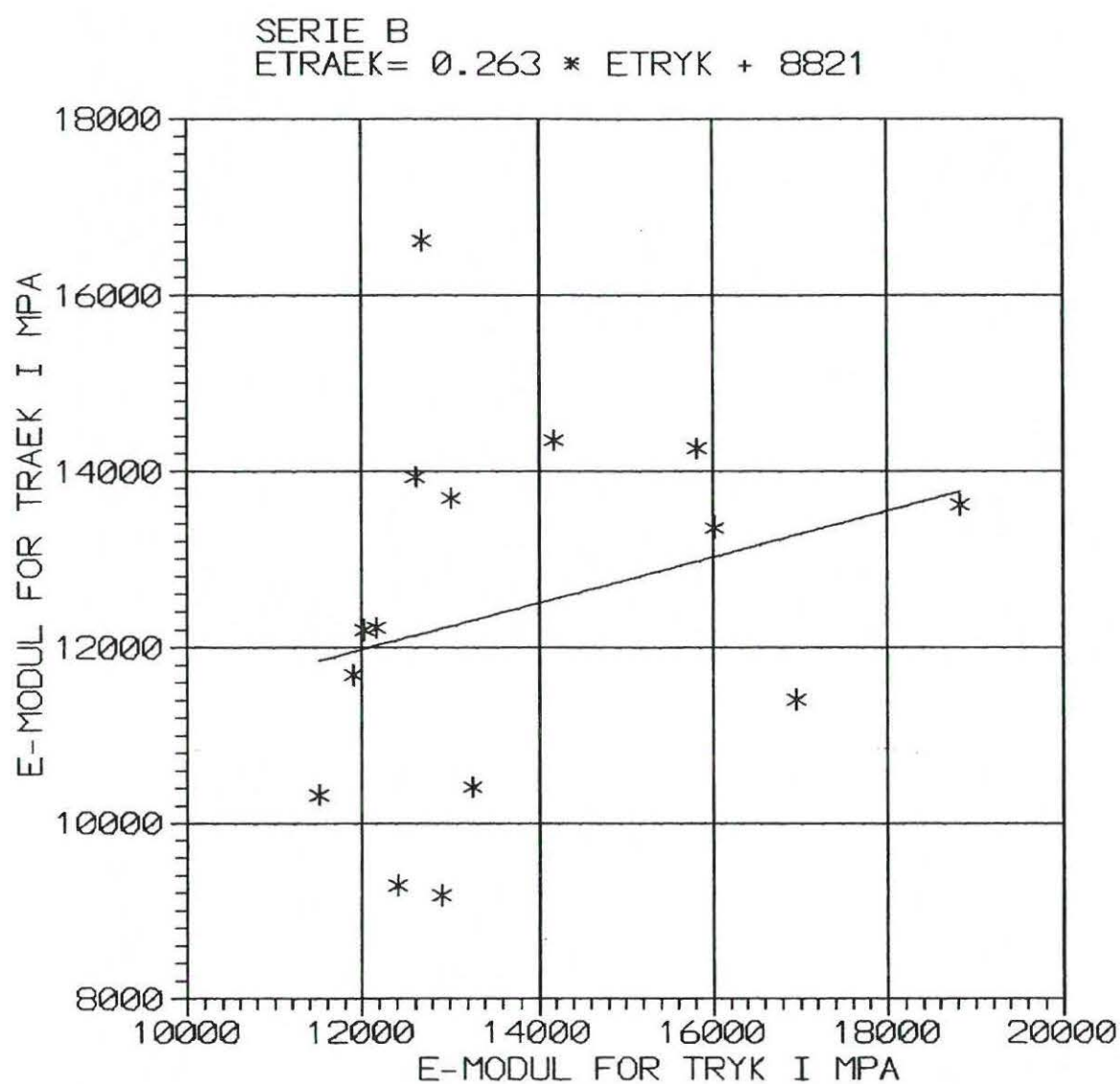




Figur 4.20 Foto af trækprøver B10 - B13X



Figur 4.21 Foto af trækprøver B14 - B15X



Figur 4.22 Graf visende  $E_{træk}$  som funktion af  $E_{tryk}$



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
C01	40,3 * 40,3 = 1624,1	82,6	528	50,86	13680	11,5	1,64	
C02	40,3 * 40,3 = 1624,1	82,1	532	50,57	12320	11,3	1,41	
C03	40,5 * 40,5 = 1640,3	73,8	520	44,98	12720	11,3	1,00	
C04	40,1 * 40,4 = 1620,0	66,6	518	41,11	11590	11,5	1,44	
C05	40,4 * 40,3 = 1628,1	76,2	515	46,81	14190	11,2	1,70	
C06	40,3 * 40,1 = 1616,0	77,3	544	47,84	12380	11,5	1,35	
C07	40,2 * 40,1 = 1612,0	76,6	536	47,51	13100	11,3	1,38	
C08	40,3 * 40,2 = 1620,1	71,4	531	44,08	10810	11,0	1,55	
C09	40,3 * 40,2 = 1620,1	82,9	540	51,15	18060	11,3	1,33	Note 2
C10	40,3 * 40,1 = 1616,0	89,3	546	55,28	14250	11,4	1,12	Note 2
C11	40,3 * 40,1 = 1616,0	80,2	542	49,64	13320	11,2	1,53	Note 2
C12	40,3 * 40,3 = 1624,1	78,9	504	48,58	11180	11,7	1,66	
C13	40,2 * 40,1 = 1612,0	75,0	519	46,53	12430	11,5	1,57	Note 2
C14	40,3 * 40,2 = 1620,1	84,3	547	52,05	13480	11,7	1,43	Note 2
C15	40,3 * 40,2 = 1620,1	80,1	534	49,44	13910	11,5	1,47	

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.

Oversigt over trykprøvning for serie C:

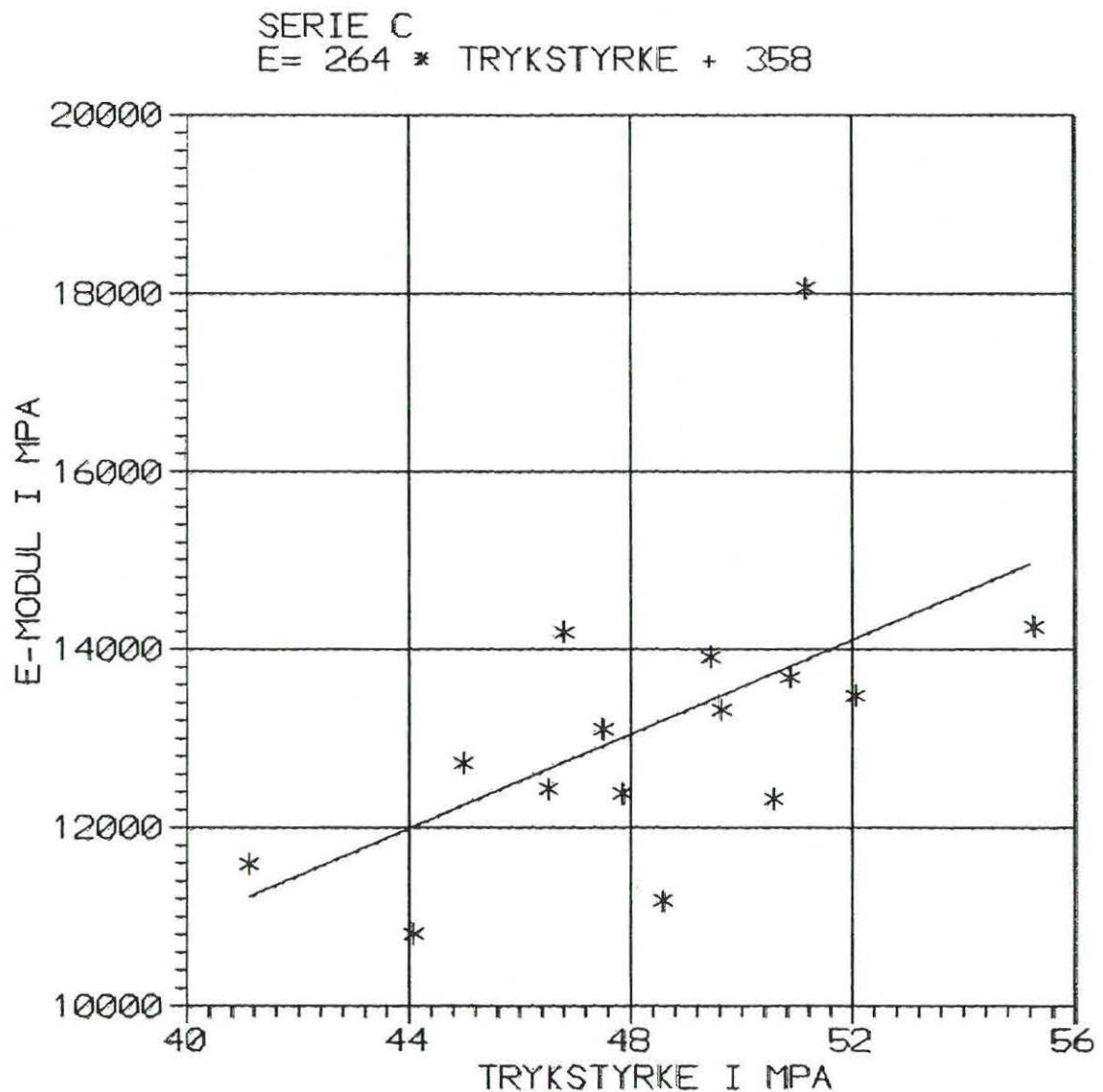
Middelværdi for trykstyrke: 48,4 MPa med en standardafv. på 3,4 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,32 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,17 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,44 mm med en standardafv. på 0,19 mm.

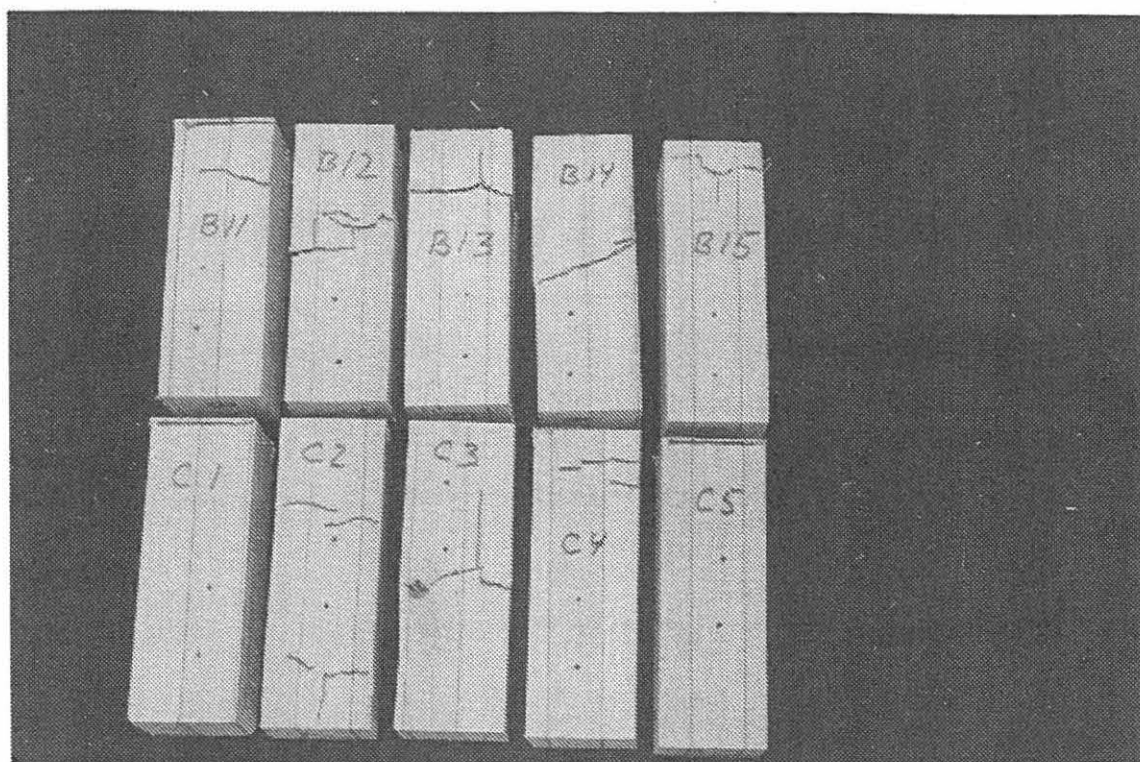
Middelværdi for lasthastighed: 530 N/sek. med en standardafv. på 12 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,4 med en standardafv. på 0,2.

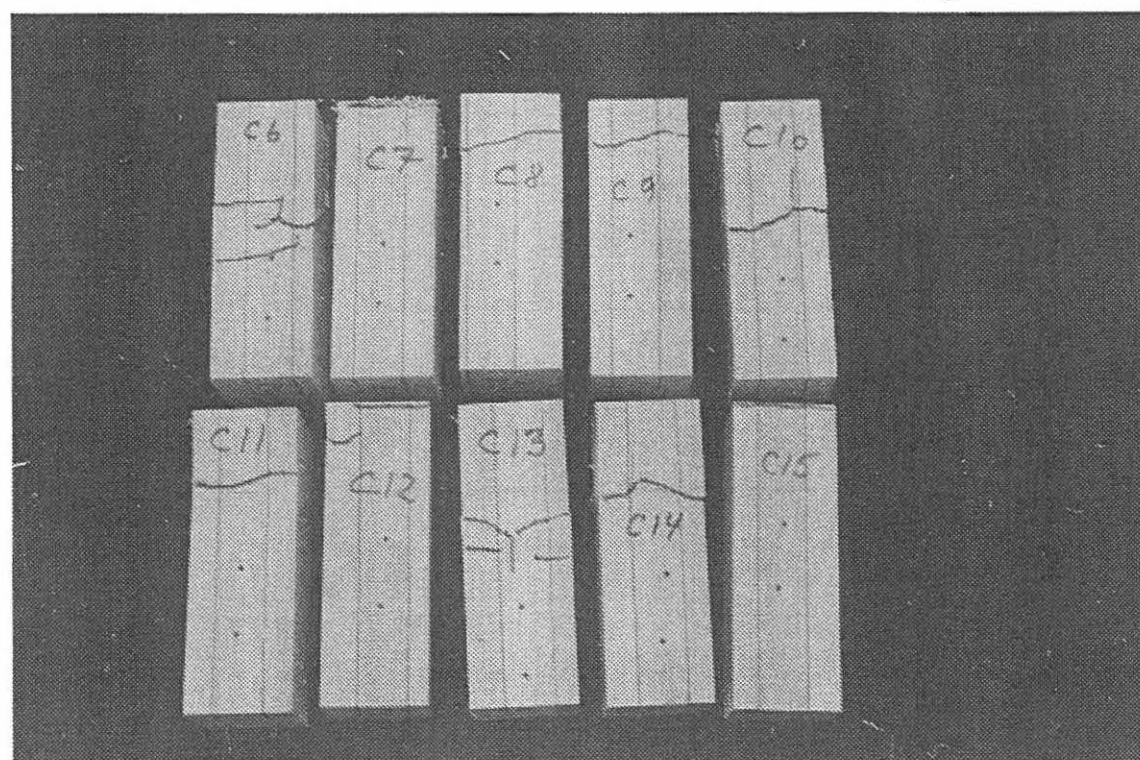


Figur 4.23 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke





Figur 4.24 Foto af trykprøver C1 - C5



Figur 4.25 Foto af trykprøver C6 - C15

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
C01	20,1 * 7,7 = 154,8	15,9	174	102,73	13640	11,2	23,20	
C01X	20,0 * 7,6 = 152,0	6,9	169	45,12	8705	10,5	2,72	
C02	20,0 * 7,9 = 158,0	8,7	170	54,84	6444	10,8	3,97	
C02X	20,2 * 7,7 = 155,5	17,0	172	109,00	17020	11,2	19,63	
C03	20,1 * 7,7 = 154,8	13,0	173	83,70	14530	10,5	10,58	
C04	20,4 * 7,7 = 157,1	12,4	173	79,21	8872	10,6	4,78	
C04X	20,3 * 7,7 = 156,3	15,9	174	101,56	15970	11,0	16,51	
C05	20,1 * 7,5 = 150,8	11,9	165	79,03	14190	10,5	5,12	
C05X	20,0 * 7,8 = 156,0	12,7	165	81,49	14260	10,4	7,54	
C06	20,1 * 8,3 = 166,8	10,1	165	60,43	9952	10,4	3,59	
C06X	20,0 * 7,4 = 148,0	11,0	164	74,38	11640	11,2	5,46	
C07	19,8 * 8,0 = 158,4	19,5	166	122,90	18880	11,2	22,33	
C07X	20,0 * 8,0 = 160,0	9,9	162	61,78	11490	10,4	6,03	
C08	20,1 * 8,4 = 168,8	15,1	165	89,41	12850	10,7	19,08	
C08X	20,1 * 8,3 = 166,8	15,5	165	92,65	14210	10,6	16,65	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
C09	20,3 * 8,3 = 168,5	19,8	167	117,73	16830	11,6	20,33	
C09X	20,0 * 8,3 = 166,0	17,9	166	107,99	16080	11,2	19,66	
C10	20,0 * 8,3 = 166,0	15,1	164	91,00	12900	10,8	8,55	
C10X	20,0 * 8,4 = 168,0	18,8	166	111,63	15410	10,8	15,24	
C11	20,0 * 8,3 = 166,0	12,5	165	75,31	17430	10,9	6,99	
C11X	20,0 * 8,4 = 168,0	13,7	164	81,55	12370	11,1	16,78	
C12	20,0 * 8,4 = 168,0	11,0	161	65,20	13970	10,6	17,84	
C12X	20,1 * 8,3 = 166,8	6,3	162	37,86	8016	10,8	2,59	
C13	20,2 * 8,4 = 169,7	19,7	166	116,27	13640	11,0	29,02	
C13X	20,1 * 8,4 = 168,8	15,9	165	94,12	13820	11,0	19,62	
C14	20,1 * 8,4 = 168,8	14,3	166	84,75	15210	11,2	13,21	
C14X	20,1 * 8,4 = 168,8	10,5	162	62,03	14540	11,1	5,36	
C15	19,9 * 8,1 = 161,2	7,5	163	46,47	11850	10,9	2,71	
C15X	20,0 * 8,0 = 160,0	5,6	162	35,00	8708	10,6	2,11	

### Oversigt over trækprøvning for serie C:

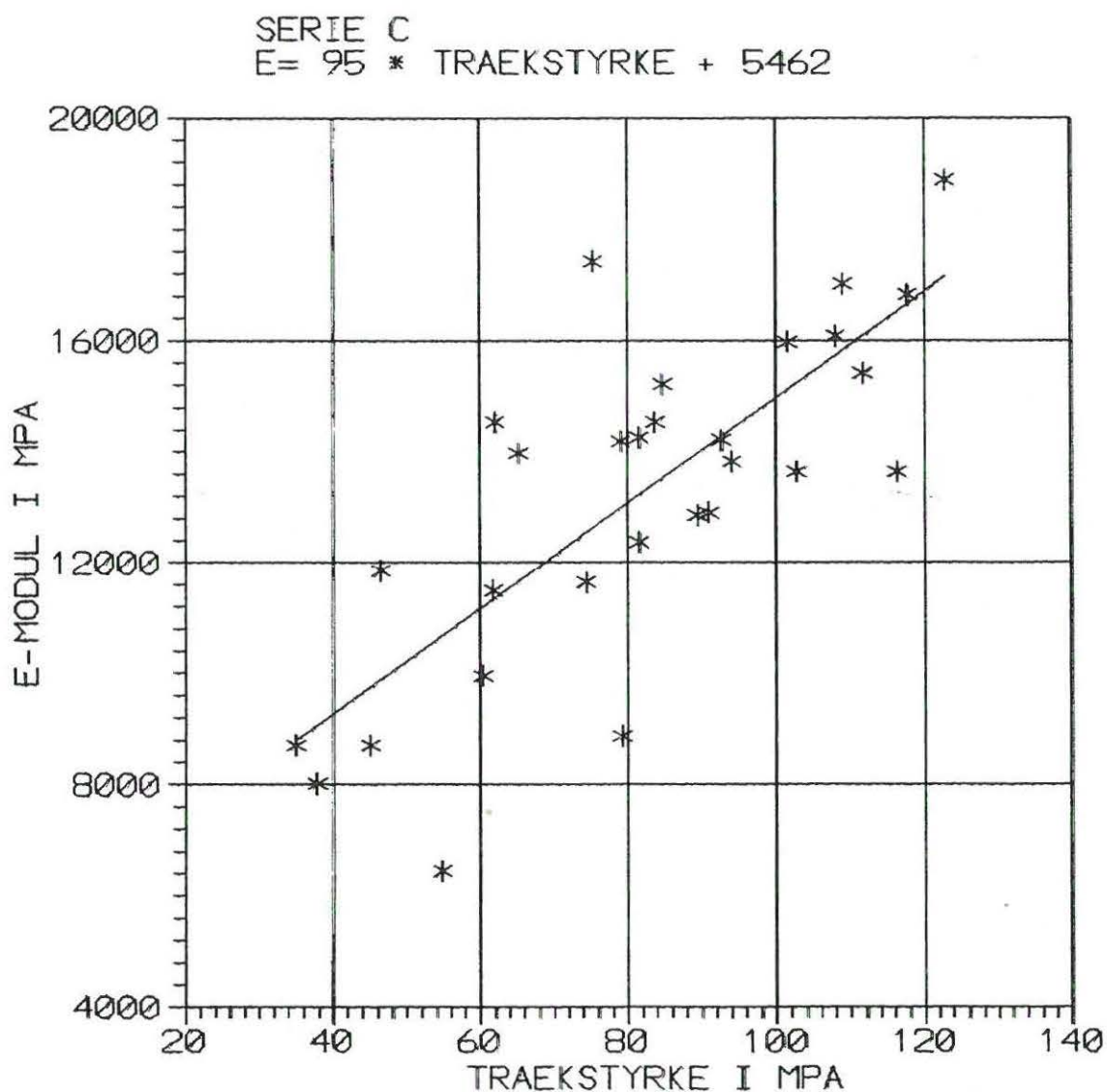
Middelværdi for trækstyrke: 81,6 MPa med en standardafv. på 24,1 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,32 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,3 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 11,97 mm med en standardafv. på 7,66 mm.

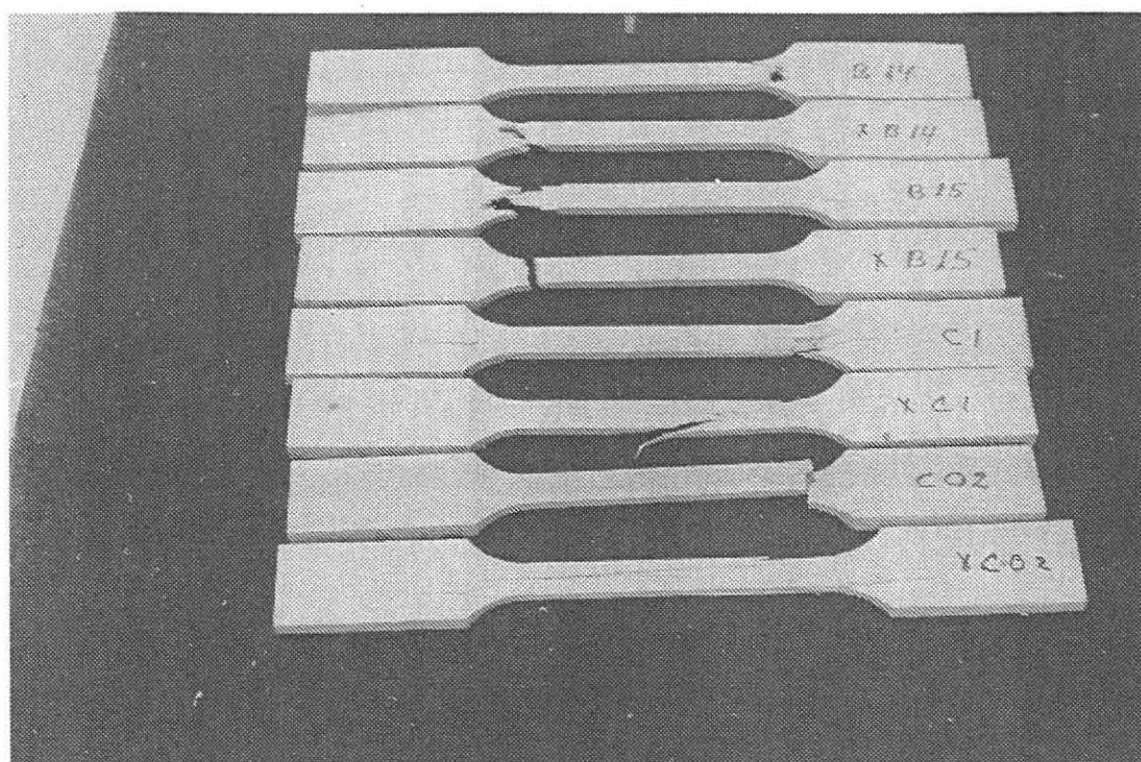
Middelværdi for lasthastighed: 166 N/sek. med en standardafv. på 4 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 10,9 med en standardafv. på 0,3.

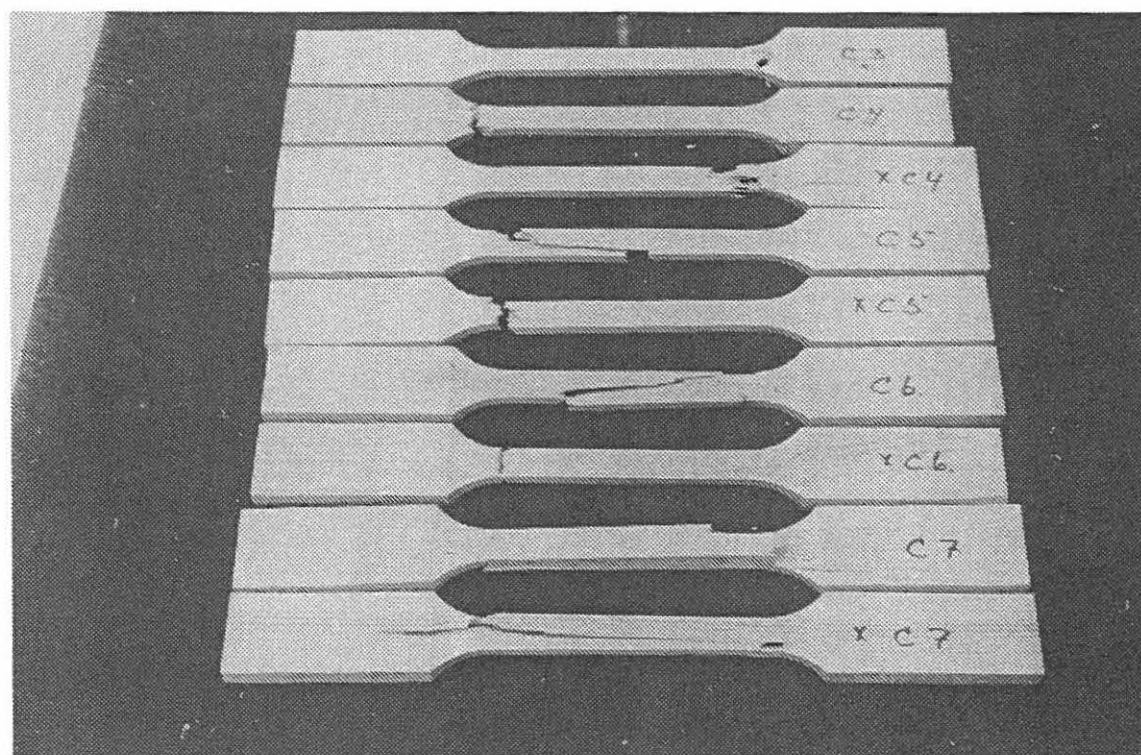


Figur 4.26 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke



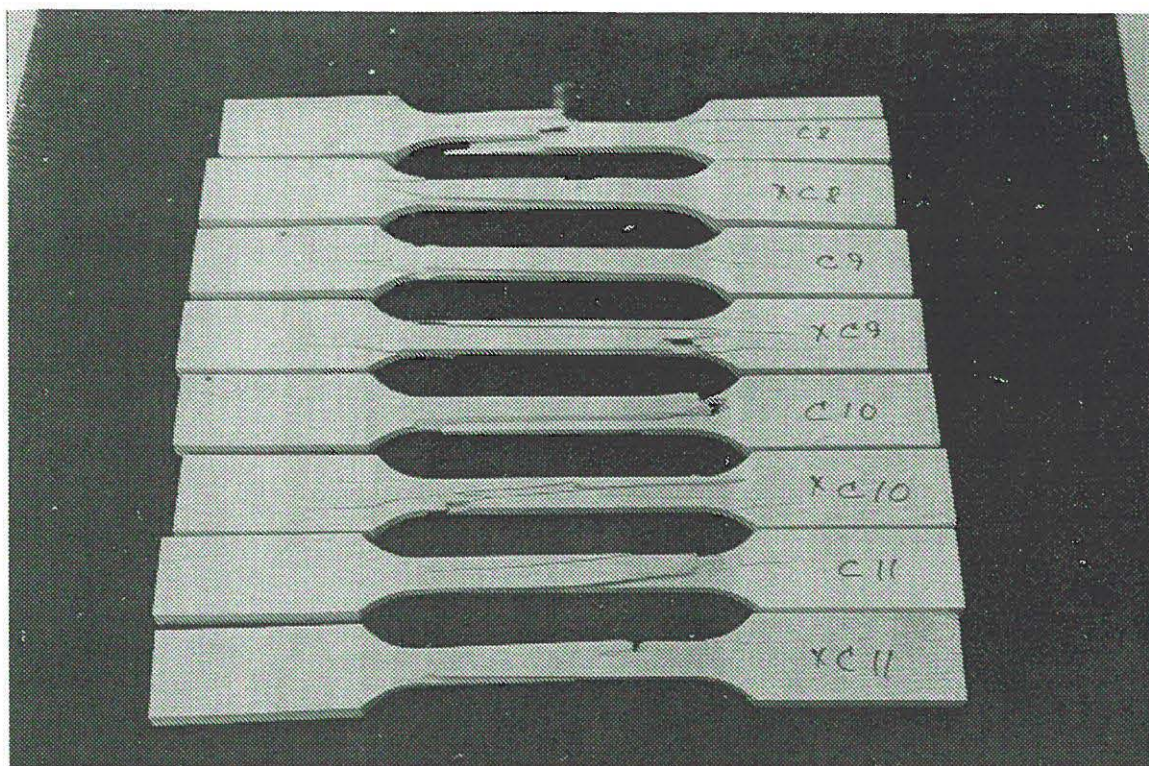


Figur 4.27 Foto af trækprøver C01 - C02X

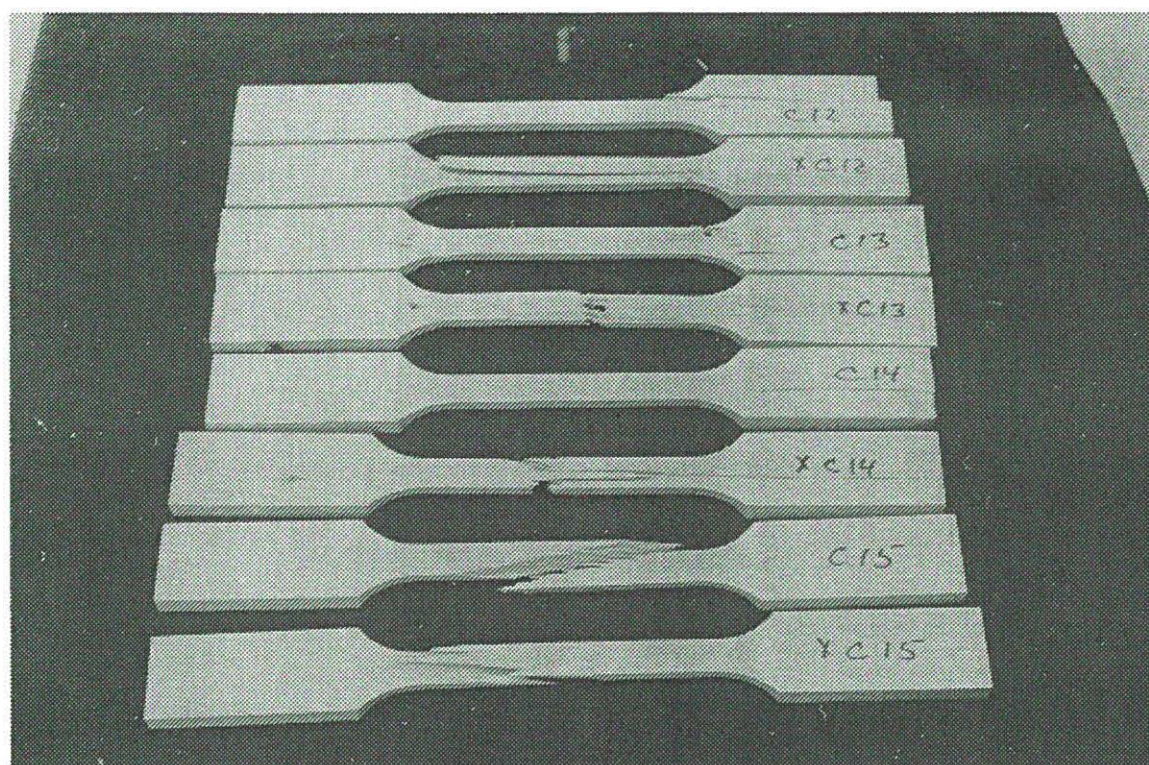


Figur 4.28 Foto af trækprøver C03 - C07X



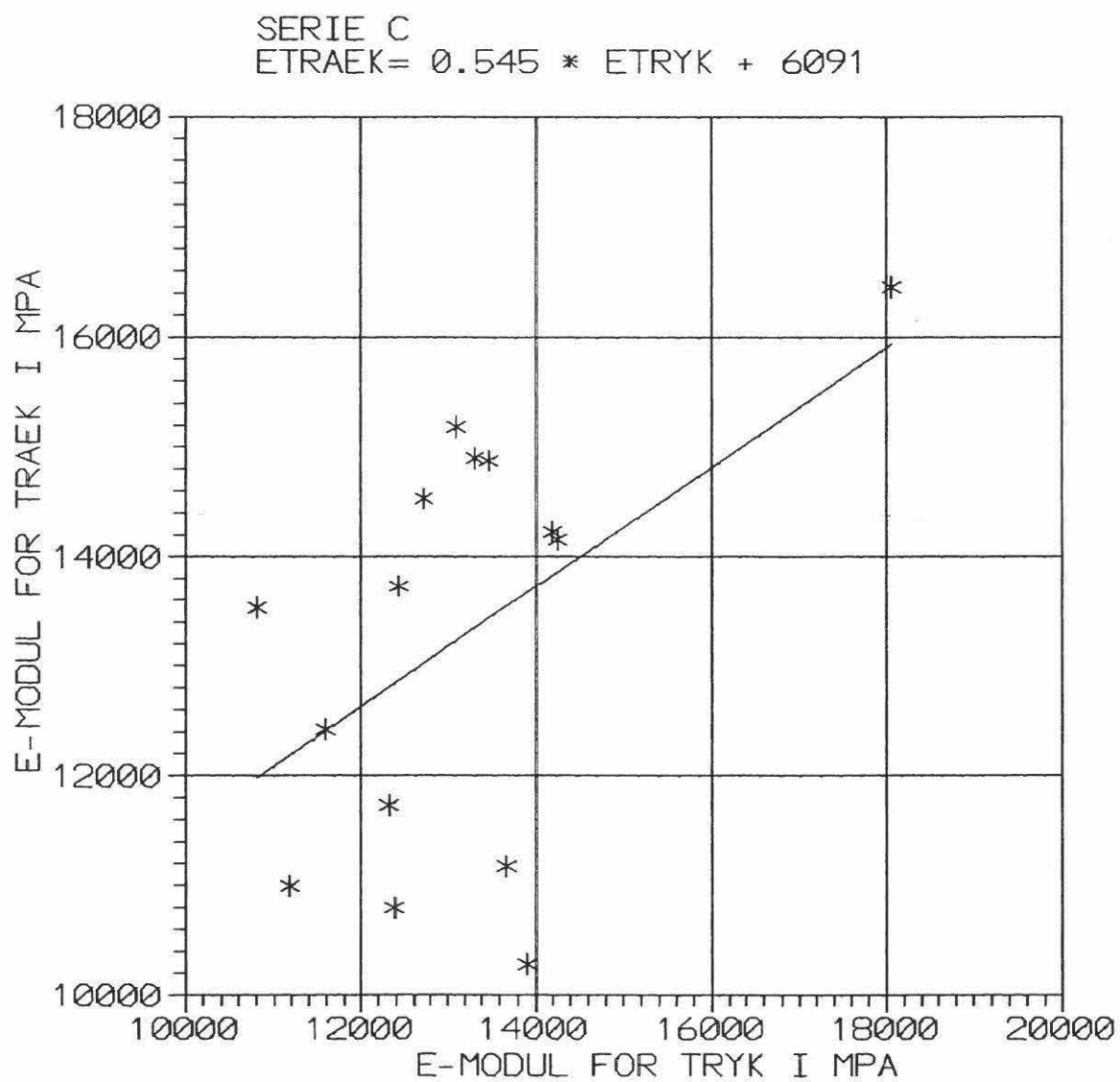


Figur 4.29 Foto af træprøver C08 - C11X



Figur 4.30 Foto af træprøver C12 - C15X





Figur 4.31 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
D01	40,5 * 40,4 = 1636,2	79,1	512	48,33	12060	11,9	1,56	
D02	40,5 * 40,5 = 1640,3	82,5	516	50,31	15160	11,7	1,31	
D03	40,4 * 40,4 = 1632,2	83,2	510	50,96	14600	12,0	1,80	
D04	40,5 * 40,5 = 1640,3	99,0	524	60,33	18900	12,4	1,62	
D05	40,4 * 40,4 = 1632,2	81,5	553	49,95	14070	11,8	1,21	Note 2
D06	40,2 * 40,3 = 1620,1	81,2	542	50,14	13480	11,5	1,35	
D07	40,1 * 40,2 = 1612,0	75,3	550	46,70	13070	12,0	1,51	Note 2
D08	40,2 * 40,3 = 1620,1	79,8	532	49,24	13200	11,5	1,58	
D09	40,0 * 40,2 = 1608,0	73,6	545	45,76	12640	12,8	1,60	
D10	40,3 * 40,3 = 1624,1	86,0	551	52,93	14330	11,6	1,20	
D11	40,2 * 40,1 = 1612,0	79,4	535	49,25	12810	11,7	1,24	Note 2
D12	40,2 * 40,1 = 1612,0	73,2	546	45,41	14670	11,9	1,12	
D13	40,1 * 40,1 = 1608,0	74,5	550	46,33	12420	11,7	1,46	
D14	40,1 * 40,0 = 1604,0	73,0	511	45,53	14160	11,5	1,83	Note 2
D15	40,2 * 40,1 = 1612,0	74,8	533	46,41	12220	11,3	1,22	

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



Oversigt over trykprøvning for serie D:

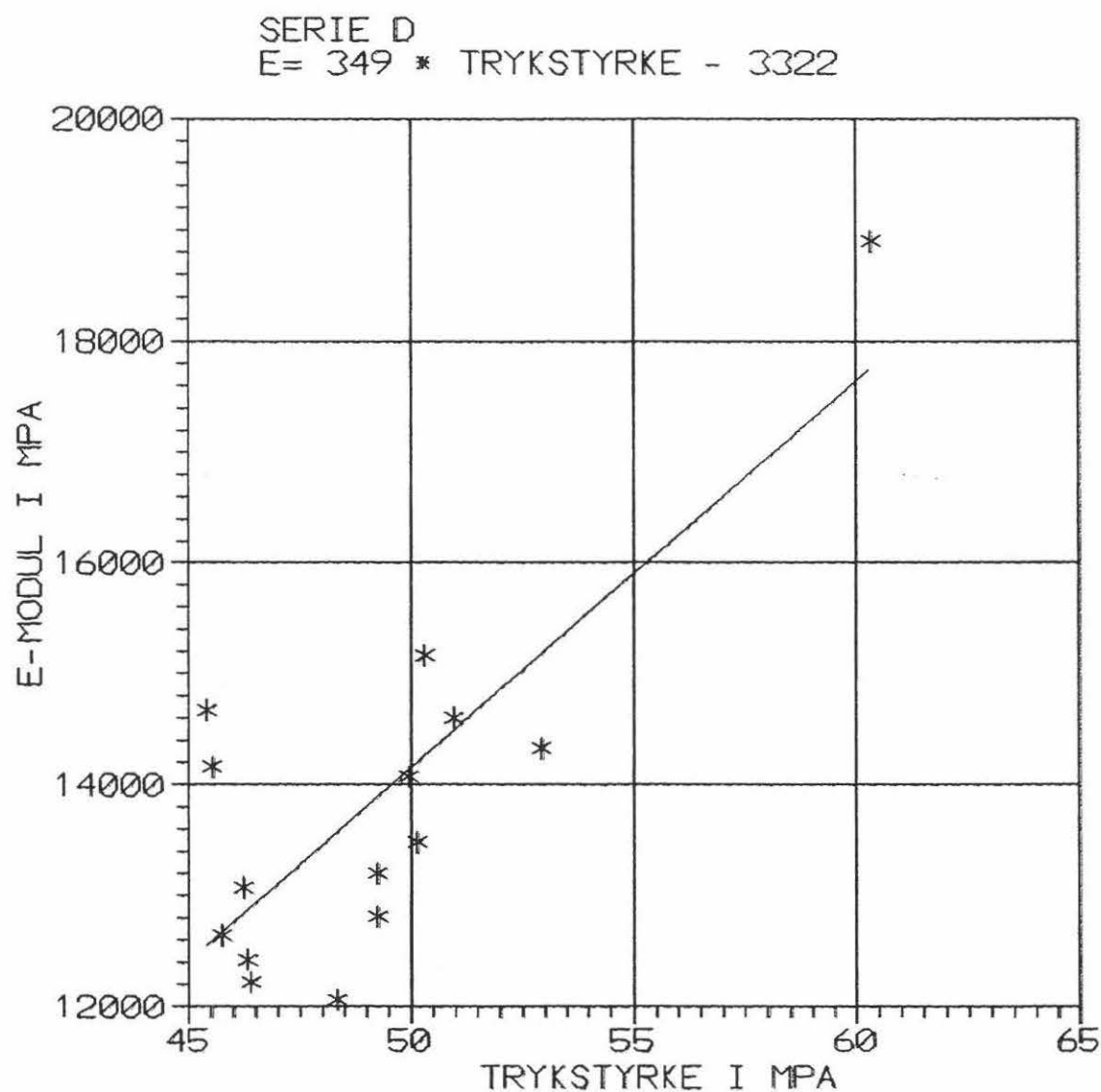
Middelværdi for trykstyrke: 49,1 MPa med en standardafv. på 3,7 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,39 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,16 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,44 mm med en standardafv. på 0,22 mm.

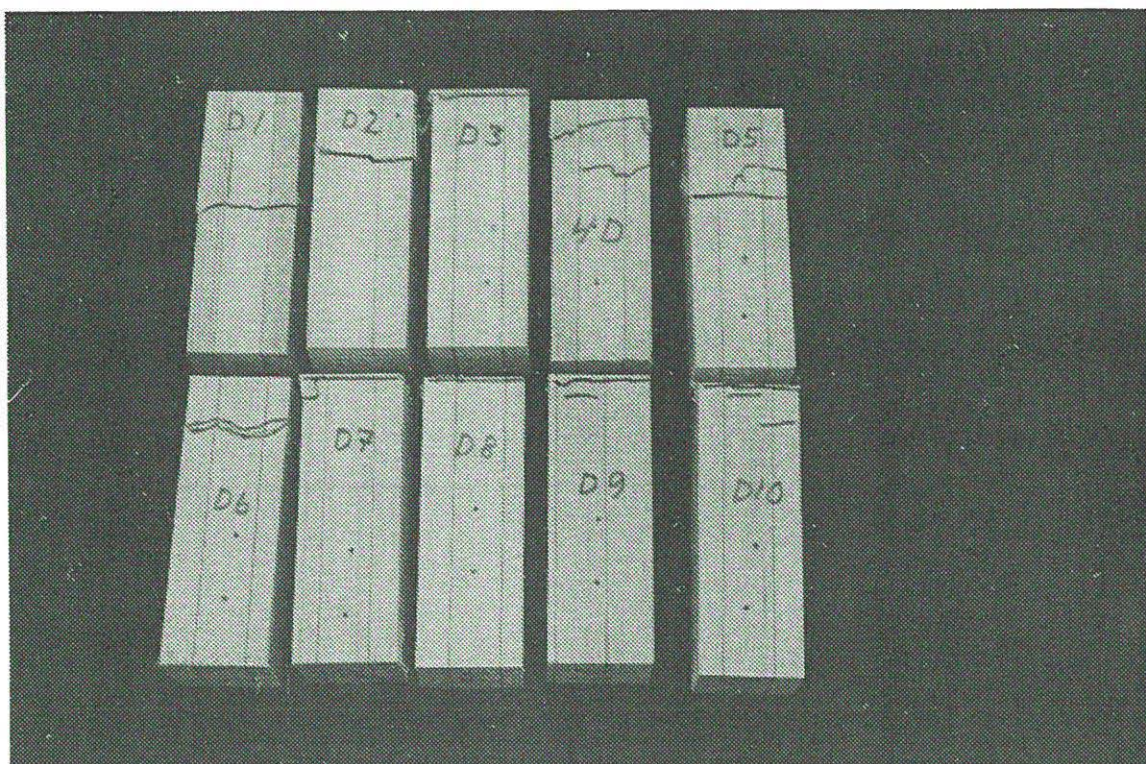
Middelværdi for lasthastighed: 534 N/sek. med en standardafv. på 15 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,8 med en standardafv. på 0,4.

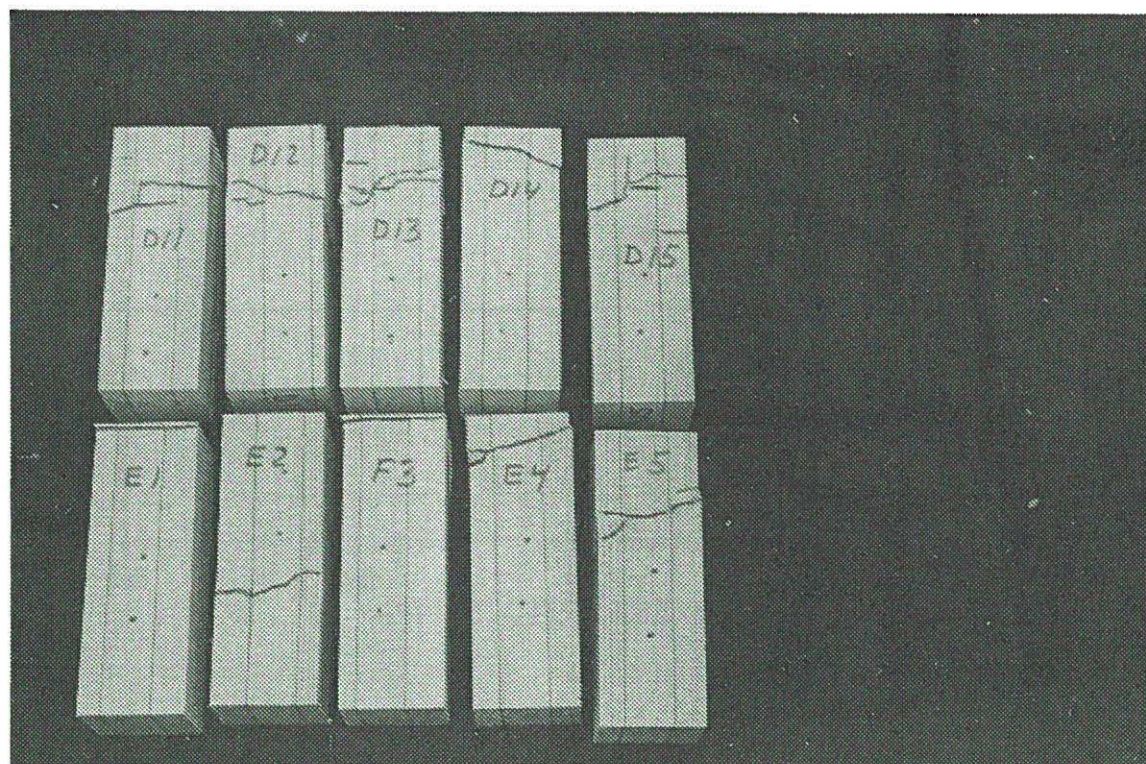


Figur 4.32 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke





Figur 4.33 Foto af trykprøver D1 - D10



Figur 4.34 Foto af trykprøver D11 - D15



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
D01	20,3 * 7,4 = 150,2	22,3	173	148,73	21940	11,2	18,23	
D02	20,1 * 7,8 = 156,8	5,7	166	36,08	7419	10,4	2,30	
D02X	20,4 * 7,6 = 155,0	9,1	168	58,96	7938	10,7	3,19	
D03	20,2 * 7,2 = 145,4	11,3	170	77,52	15790	10,5	6,25	
D03X	20,2 * 7,2 = 145,4	9,1	168	62,23	11570	10,8	4,45	
D04	20,1 * 7,2 = 144,7	12,2	169	84,24	12560	11,1	10,31	
D05	20,1 * 7,4 = 148,7	7,7	168	51,97	14380	11,2	2,39	
D05X	20,4 * 7,3 = 148,9	9,2	169	61,74	8241	11,0	3,80	
D06	20,1 * 8,2 = 164,8	16,7	170	101,31	14560	11,1	19,60	
D06X	19,9 * 8,1 = 161,2	9,0	168	56,14	12300	11,1	4,65	
D07	19,9 * 8,2 = 163,2	19,9	172	122,09	16870	11,2	23,98	
D07X	20,0 * 8,2 = 164,0	18,5	171	112,96	16540	11,2	20,84	
D08	20,0 * 8,0 = 160,0	13,4	168	83,71	17600	11,1	11,57	
D08X	20,0 * 8,3 = 166,0	11,8	169	71,08	11550	11,2	6,08	
D09	19,9 * 8,1 = 161,2	10,3	171	64,12	9501	11,0	4,64	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
D09X	20,0 * 8,2 = 164,0	15,8	174	96,24	14830	10,7	9,72	
D10	19,9 * 8,2 = 163,2	13,5	172	82,71	14790	10,7	13,70	
D10X	19,9 * 8,3 = 165,2	10,7	171	64,81	13530	11,0	3,73	
D11	19,7 * 8,0 = 157,6	13,1	171	82,97	12560	11,0	14,64	
D11X	20,1 * 8,1 = 162,8	9,1	169	55,68	11600	11,1	3,37	
D12	19,9 * 8,0 = 159,2	21,6	175	135,89	15380	10,9	29,32	
D12X	20,0 * 8,1 = 162,0	18,0	173	111,08	18220	11,1	18,99	
D13	20,0 * 8,0 = 160,0	20,3	175	126,79	14020	10,5	29,17	
D13X	19,8 * 8,2 = 162,4	11,8	172	72,55	14240	10,4	7,49	
D14	19,9 * 8,2 = 163,2	13,7	173	83,66	12770	10,6	10,66	
D14X	20,0 * 8,3 = 166,0	10,4	171	62,93	10880	11,0	4,97	
D15	20,0 * 8,1 = 162,0	8,3	171	51,13	7777	10,3	3,38	
D15X	20,1 * 8,1 = 162,8	20,4	174	125,24	13800	10,3	14,63	

sigt over trækprøvning for serie D:

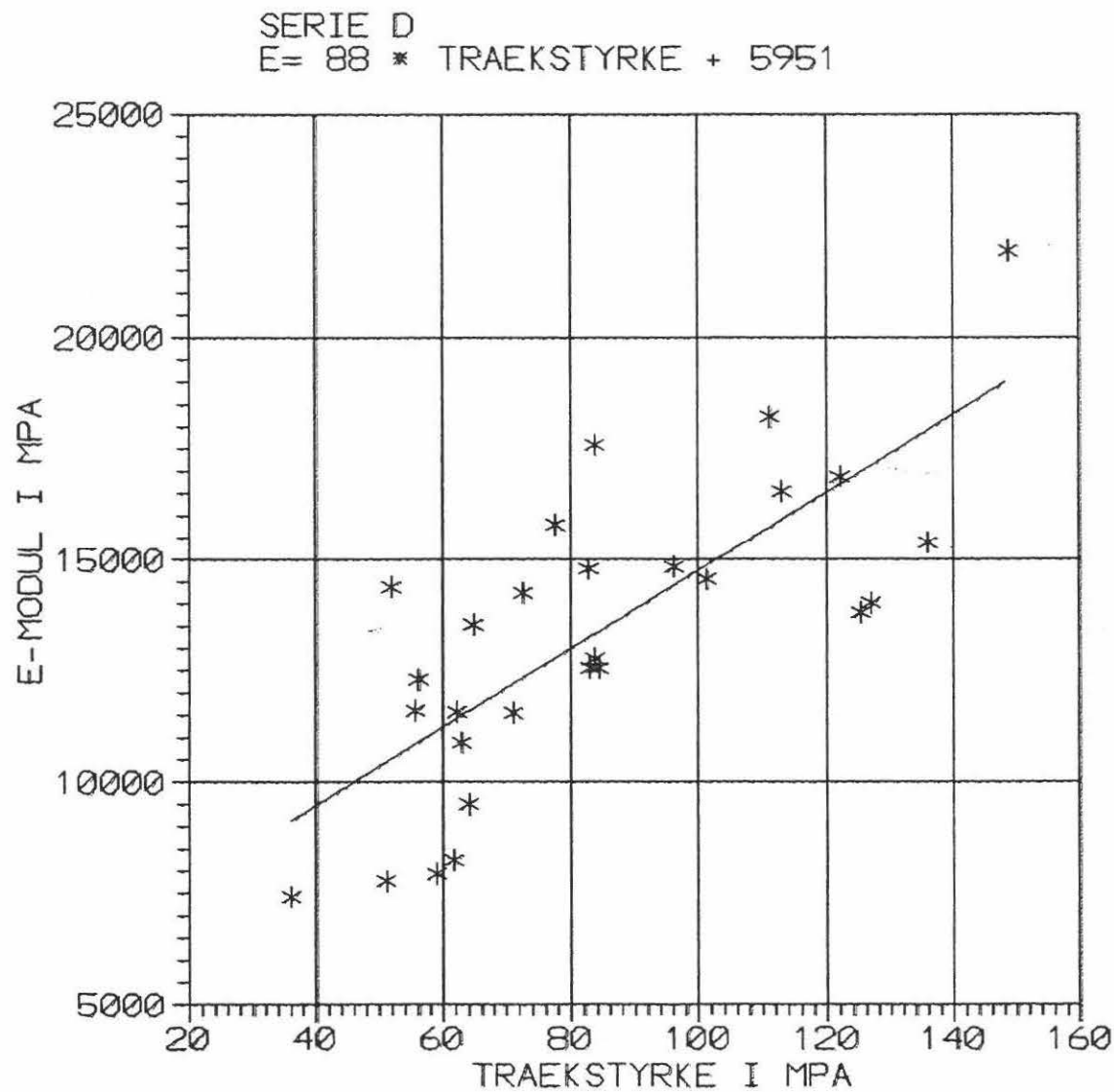
Middelværdi for trækstyrke: 83,7 MPa med en standardafv. på 28.7 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,33 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,33 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 10,93 mm med en standardafv. på 8,03 mm.

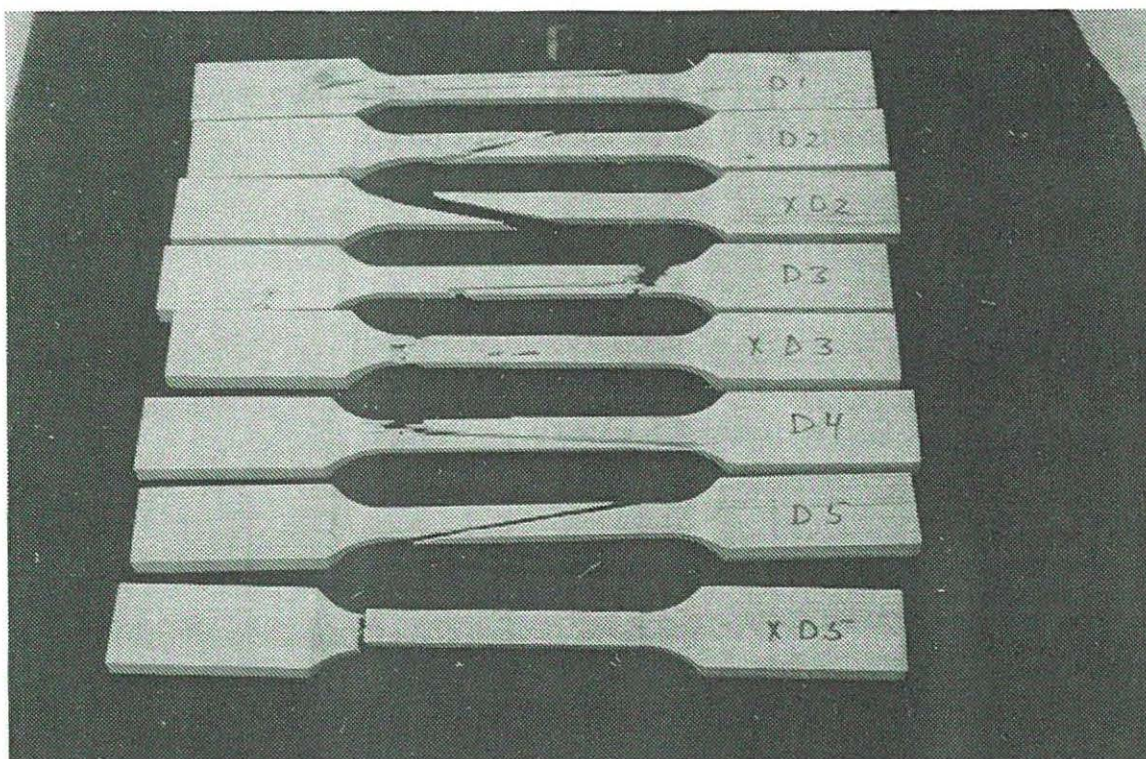
Middelværdi for lasthastighed: 171 N/sek. med en standardafv. på 2 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 10,9 med en standardafv. på 0,3.

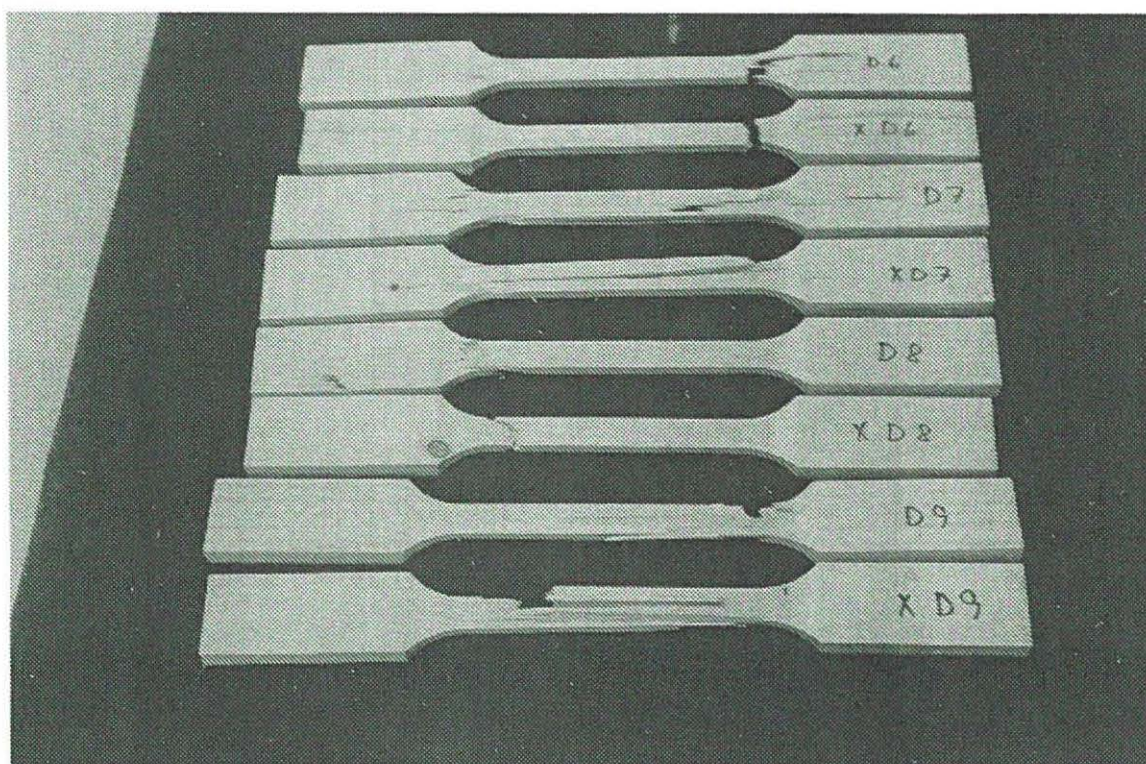


Figur 4.35 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke



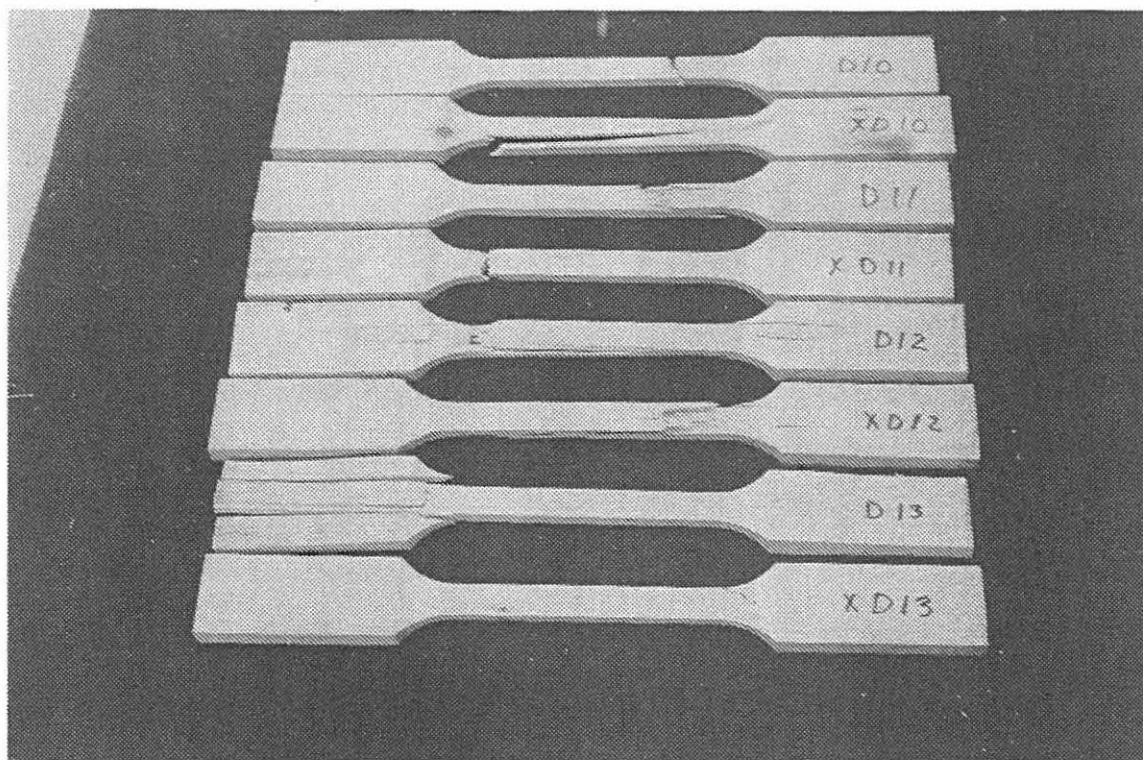


Figur 4.36 Foto af trækprøver D01 - D05X

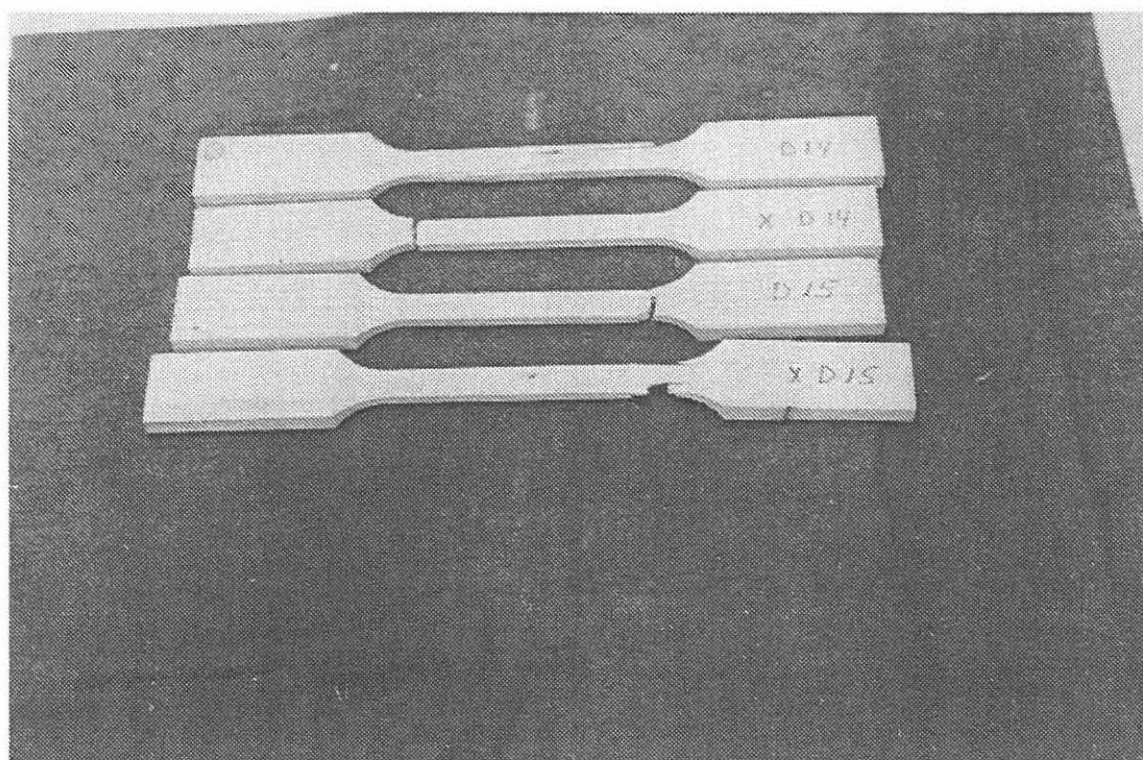


Figur 4.37 Foto af trækprøver D06 - D09X

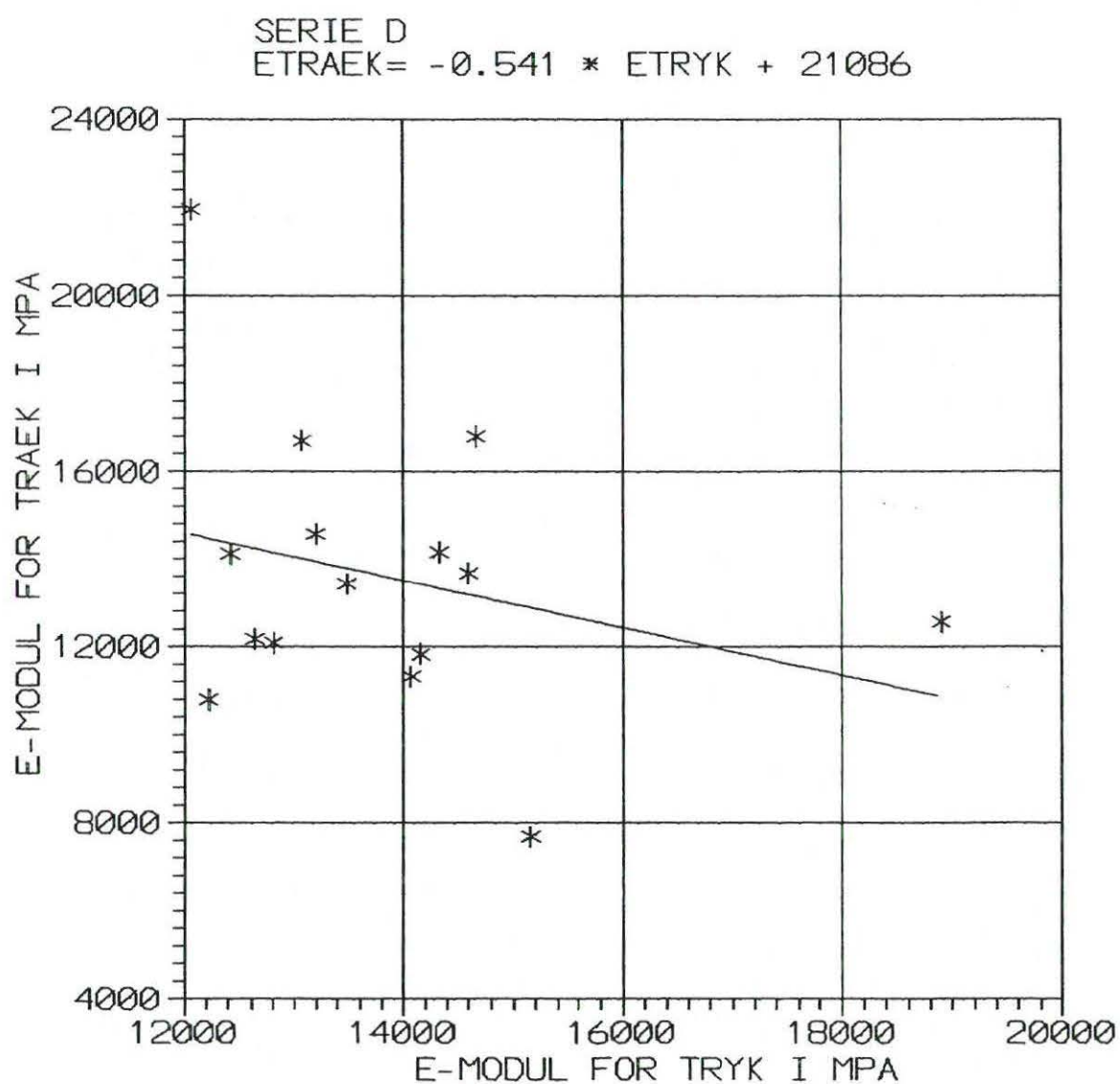




Figur 4.38 Foto af trækprøver D10 - D13X



Figur 4.39 Foto af trækprøver D14 - D15X



Figur 4.40 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
E01	40,4 * 40,4 = 1632,2	81,7	556	50,1	11730	11,1	1,70	
E02	40,3 * 40,3 = 1624,1	84,1	545	51,8	12460	10,7	1,57	
E03	40,3 * 40,2 = 1620,1	84,7	525	52,3	11960	10,8	2,00	Note 2
E04	40,2 * 40,4 = 1624,1	75,5	521	46,5	11960	10,5	1,72	
E05	40,3 * 40,3 = 1624,1	68,1	510	41,9	9772	11,0	1,75	
E06	40,3 * 40,4 = 1628,1	80,7	547	49,6	13930	10,8	1,44	
E07	40,3 * 40,4 = 1628,1	81,9	535	50,3	14950	11,7	1,05	Note 2
E08	40,4 * 40,3 = 1628,1	81,8	536	50,2	13890	11,5	1,40	
E09	40,5 * 40,5 = 1640,3	77,0	520	46,9	15550	11,0	1,13	
E10	40,5 * 40,5 = 1640,3	88,2	549	53,7	14440	11,0	1,43	
E11	40,1 * 40,3 = 1616,0	76,4	542	47,3	14430	11,7	1,16	
E12	40,1 * 40,2 = 1612,0	77,6	525	48,2	12370	11,2	1,07	Note 2
E13	40,2 * 40,3 = 1620,1	88,5	545	54,6	14570	11,6	1,14	Note 2
E14	40,1 * 40,2 = 1612,0	80,3	532	49,8	12710	11,2	1,52	Note 2
E15	40,2 * 40,1 = 1612,0	82,2	543	51,0	13100	11,2	1,63	

**Note 2:**

For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



[illegible]

Oversigt over trykprøvning for serie E:

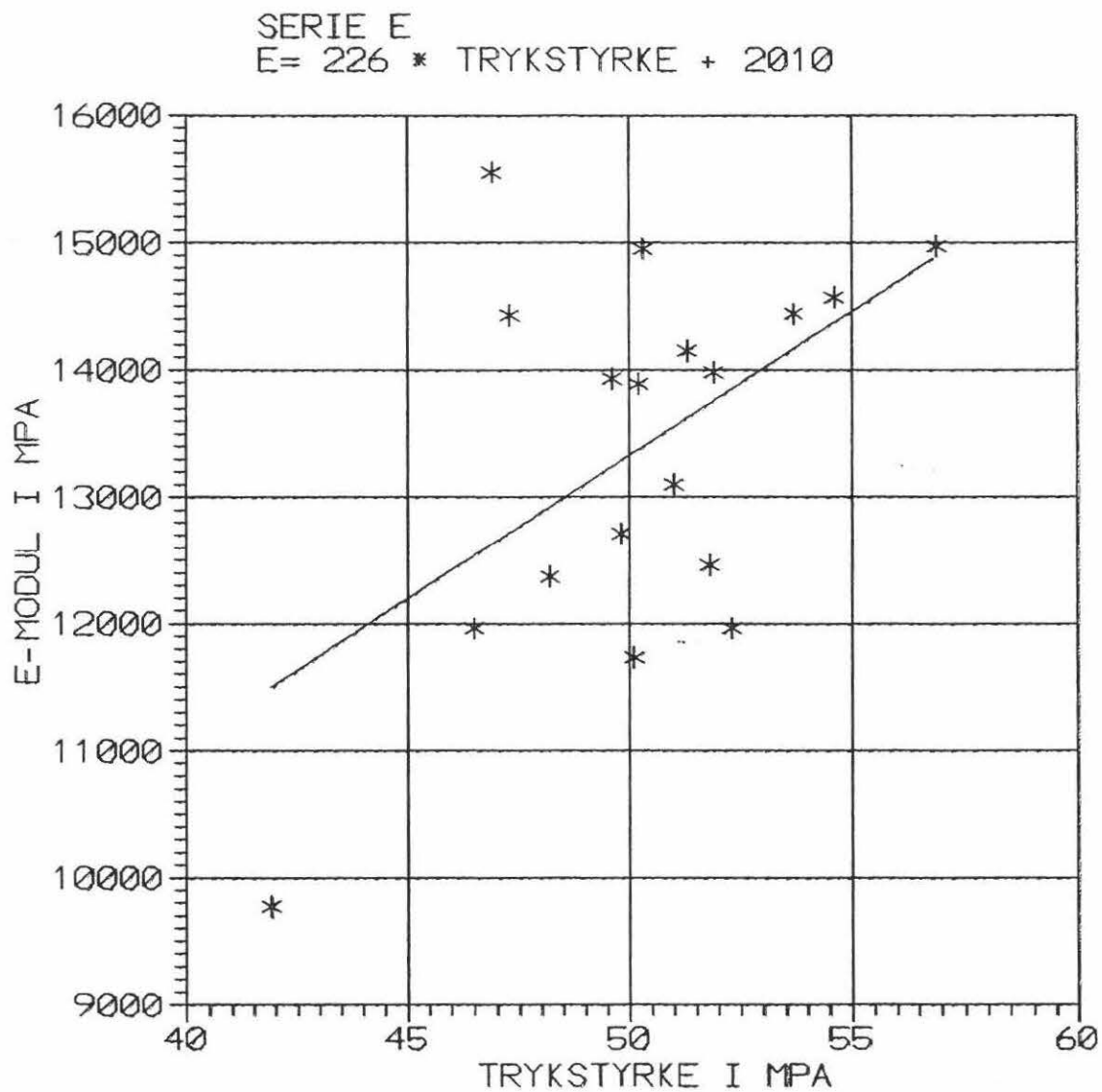
Middelværdi for trykstyrke: 50,2 MPa med en standardafv. på 3,3 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,34 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,14 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,42 mm med en standardafv. på 0,27 mm.

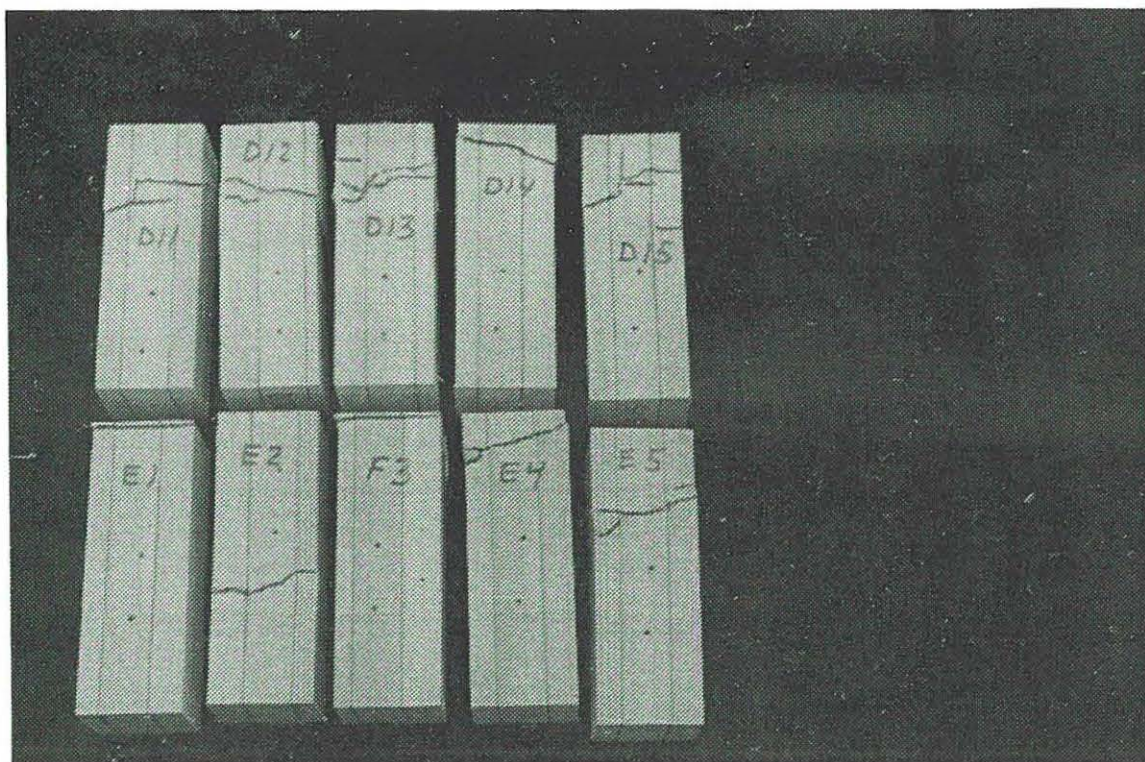
Middelværdi for lasthastighed: 537 N/sek. med en standardafv. på 12 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,1 med en standardafv. på 0,3.

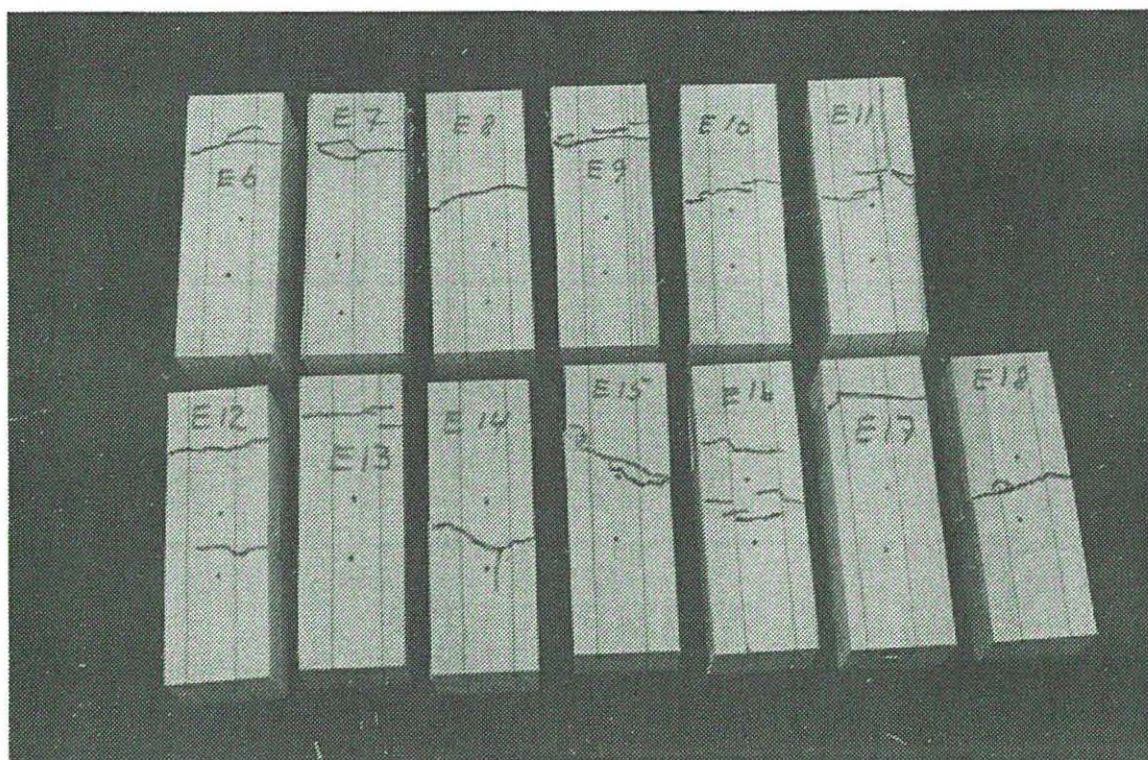


Figur 4.41 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke





Figur 4.42 Foto af trykprøver E1 - E5



Figur 4.43 Foto af trykprøver E6 - E18



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
E01	20,4 * 7,5 = 153,0	10,1	171	66,0	11850	10,2	5,06	
E01X	20,5 * 7,3 = 149,7	11,1	172	73,9	15630	11,1	4,56	
E02	20,3 * 7,4 = 150,2	13,1	172	87,0	14230	10,8	14,36	
E02X	20,0 * 7,6 = 152,0	10,3	170	67,8	11640	11,0	6,23	
E03	20,1 * 7,5 = 150,8	16,7	174	111,1	15430	10,6	23,87	
E03X	20,1 * 7,3 = 146,7	14,8	173	101,1	16090	10,8	17,93	
E04	20,1 * 7,7 = 154,8	8,5	176	55,2	9696	10,9	3,22	
E04X	20,1 * 7,3 = 146,7	11,7	175	79,7	13790	10,9	9,52	
E05	20,2 * 7,4 = 149,5	14,4	174	96,2	12690	10,7	19,31	
E05X	19,9 * 7,7 = 153,2	14,2	173	92,4	13050	10,8	16,65	
E06	20,1 * 7,4 = 148,7	14,1	172	94,6	14400	10,2	16,43	
E06X	20,3 * 7,4 = 150,2	14,5	173	96,7	14010	11,0	19,24	
E07	20,3 * 7,5 = 152,3	16,9	174	111,2	15860	11,0	20,32	
E07X	20,0 * 7,3 = 146,0	15,7	174	107,7	15650	10,7	19,82	
E08	20,1 * 7,3 = 146,7	17,4	174	118,4	17340	10,9	25,85	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
E08X	20,1 * 7,5 = 150,8	10,4	171	69,0	12540	10,2	5,32	
E09	20,6 * 7,7 = 158,6	18,9	174	118,9	15570	10,4	24,68	
E09X	20,2 * 7,6 = 153,5	10,4	171	67,8	13860	10,3	5,82	
E10	20,3 * 7,7 = 156,3	11,4	170	72,7	14530	11,0	6,91	
E10X	20,1 * 7,4 = 148,7	10,0	178	67,4	13880	11,0	3,84	
E11	19,9 * 8,3 = 165,2	18,1	175	109,4	19360	11,1	19,86	
E11X	20,1 * 8,2 = 164,8	10,4	172	63,2	13450	10,8	6,67	
E12	19,9 * 8,2 = 163,2	19,4	176	119,0	16880	11,0	17,88	
E12X	19,8 * 8,2 = 162,4	6,8	183	41,7	10260	10,5	2,19	
E13	19,9 * 8,3 = 165,2	18,8	177	113,8	13840	11,0	18,92	
E13X	19,8 * 8,1 = 160,4	17,4	177	108,4	14800	11,2	23,60	
E14	20,4 * 8,2 = 167,3	8,7	170	52,0	12970	11,0	2,99	
E14X	19,7 * 8,2 = 161,5	19,9	174	123,1	15970	11,2	24,55	
E15	20,2 * 8,2 = 165,6	14,5	173	87,5	13320	10,9	24,43	
E15X	20,3 * 8,2 = 166,5	16,9	174	101,3	14890	11,0	25,03	

[illegible]



Oversigt over trækprøvning for serie E:

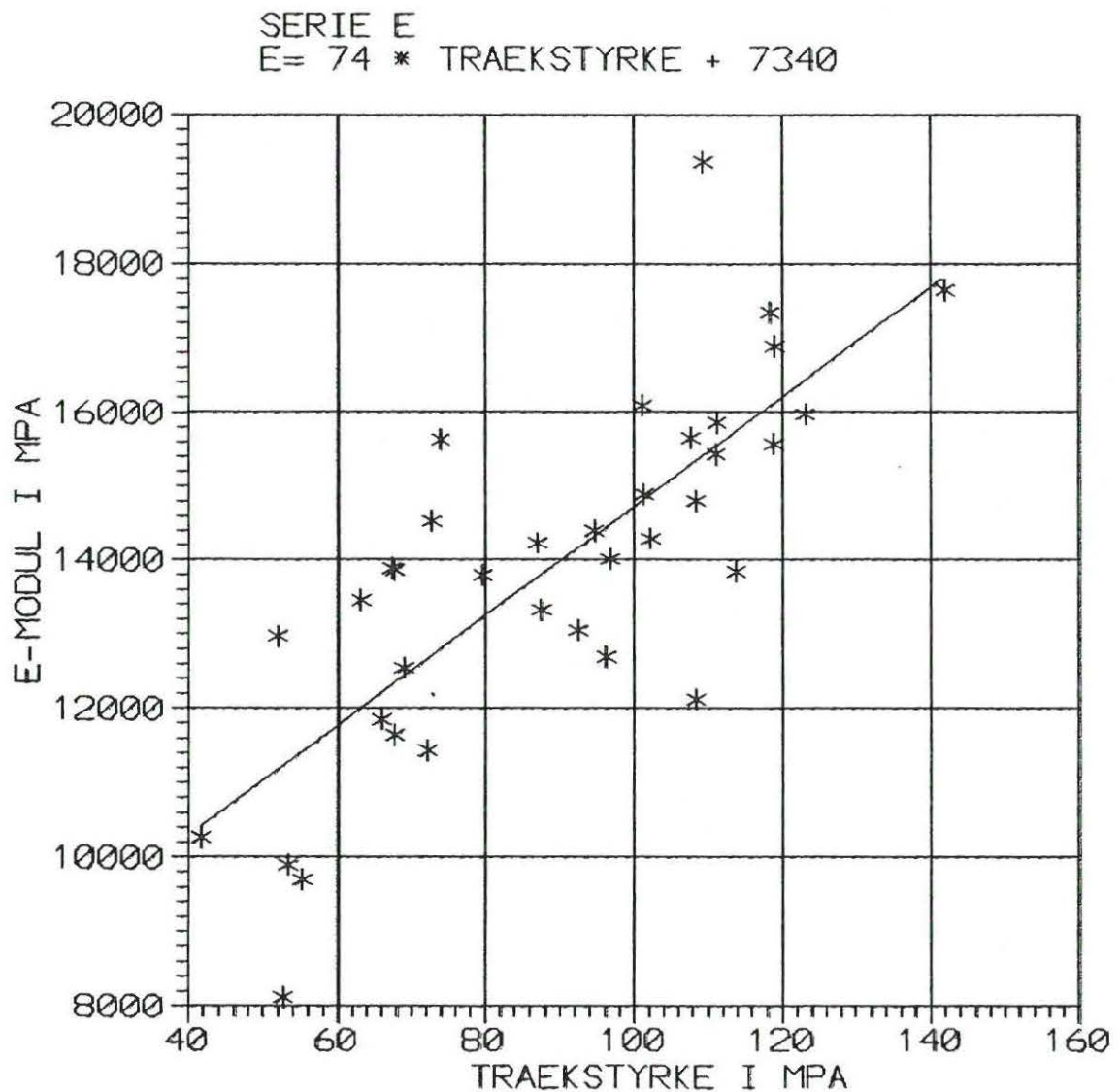
Middelværdi for trækstyrke: 89,0 MPa med en standardafv. på 24,5 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,39 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,23 \cdot 10^4$  MPa.

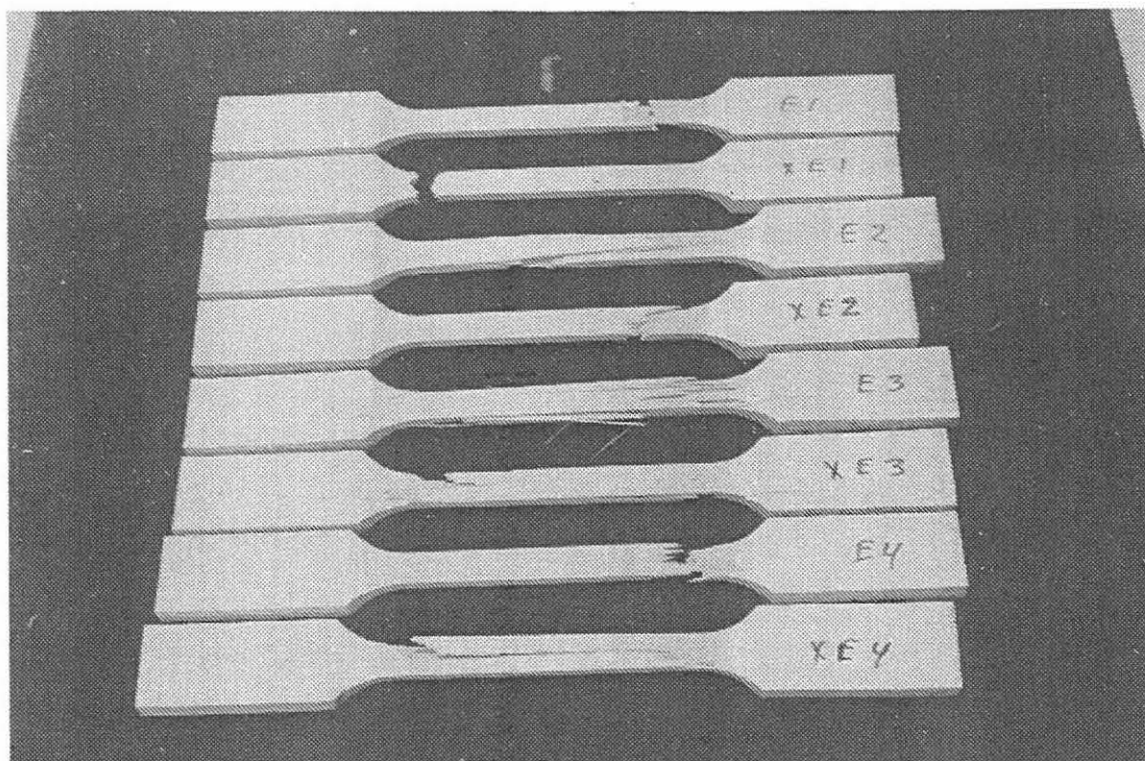
Middelværdi for flytning mellem kæber: 14,02 mm med en standardafv. på 8,60 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 174 N/sek. med en standardafv. på 3 N/sek.

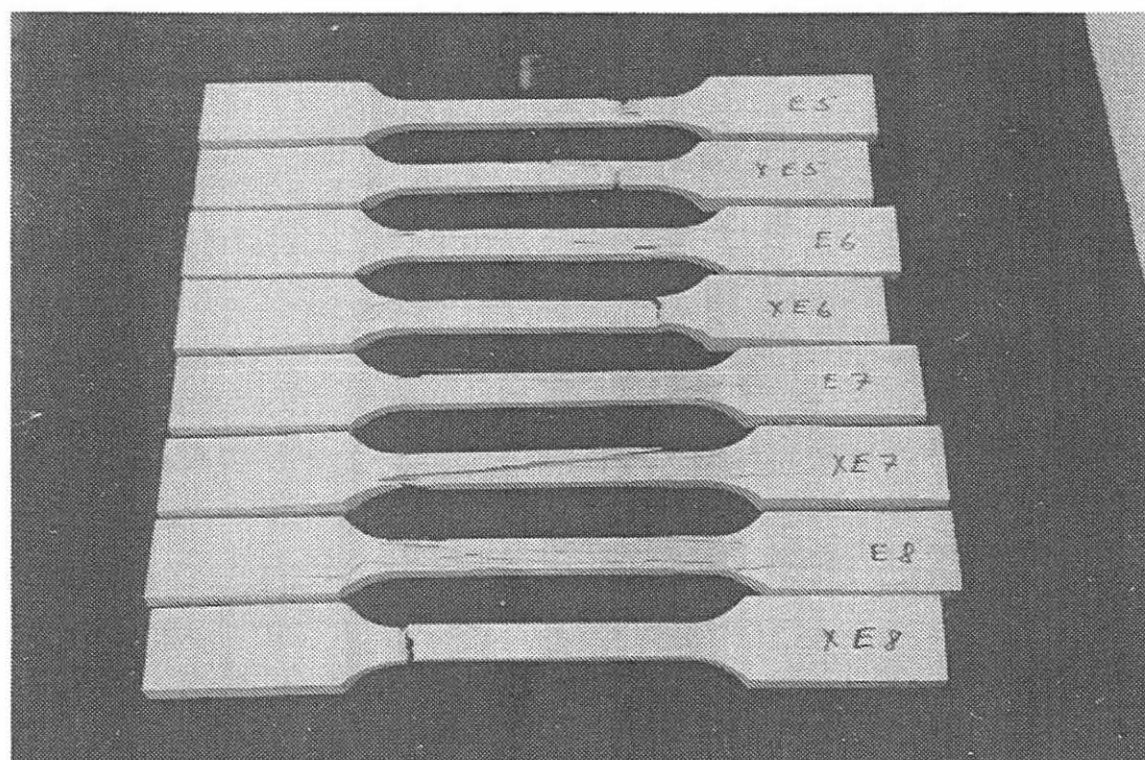
Middelværdi for fugtprocent: 10,8 med en standardafv. på 0,3.



Figur 4.44 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke

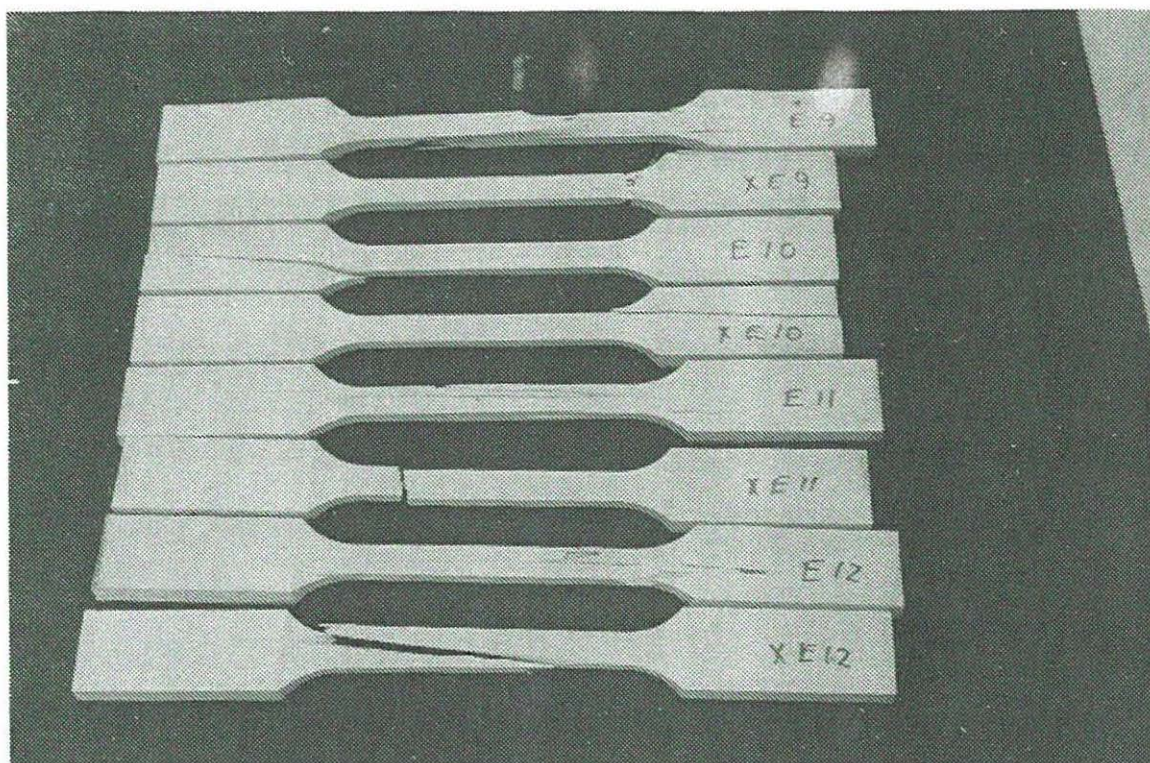


Figur 4.45 Foto af trækprøver E01 - E04X

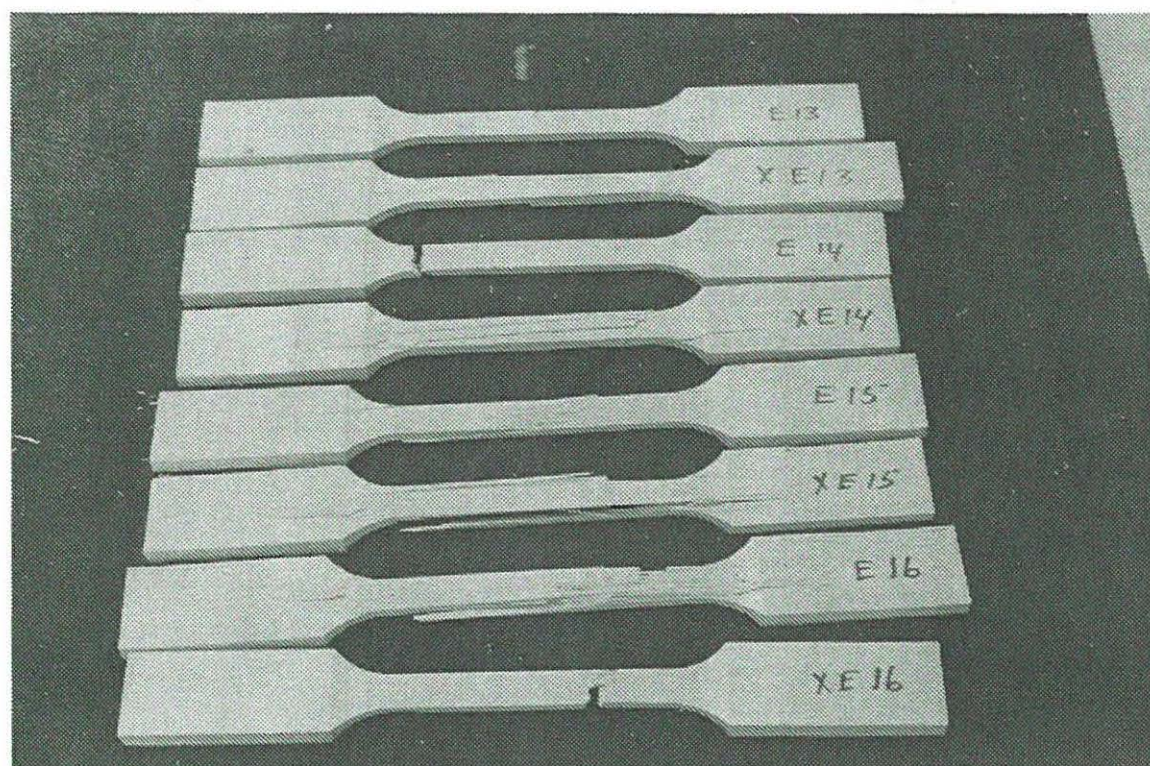


Figur 4.46 Foto af trækprøver E05 - E08X



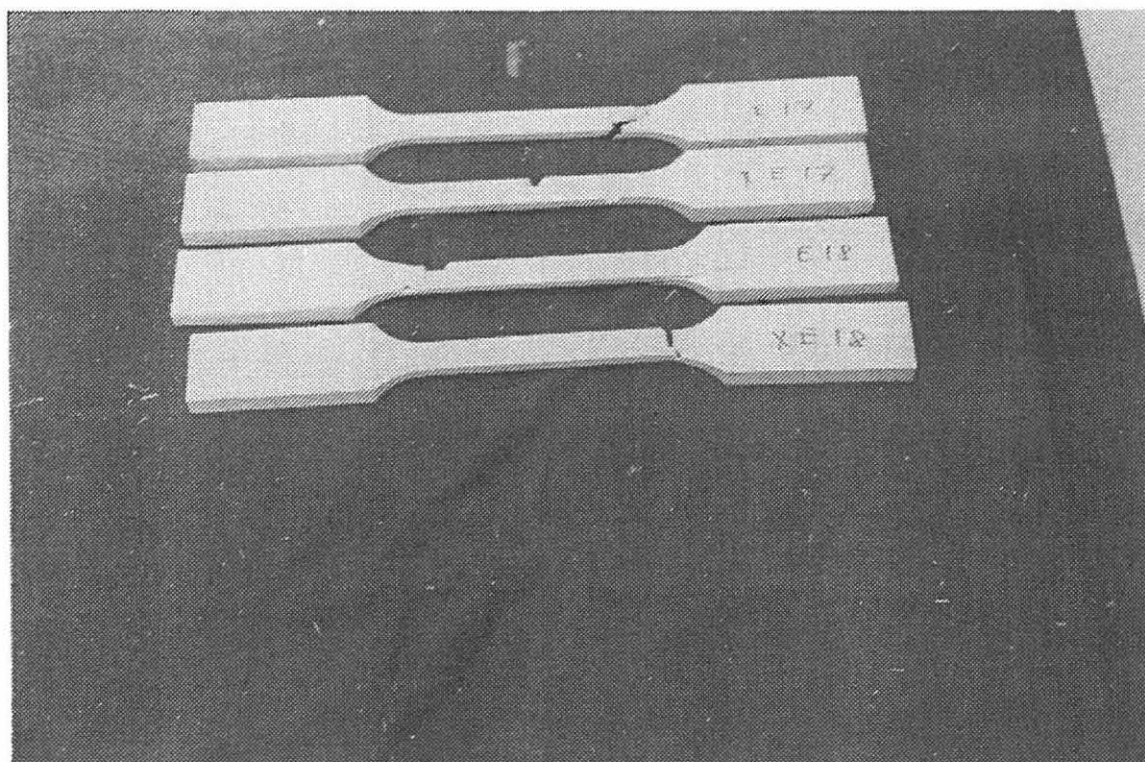


Figur 4.47 Foto af trækprøver E09 - E12X



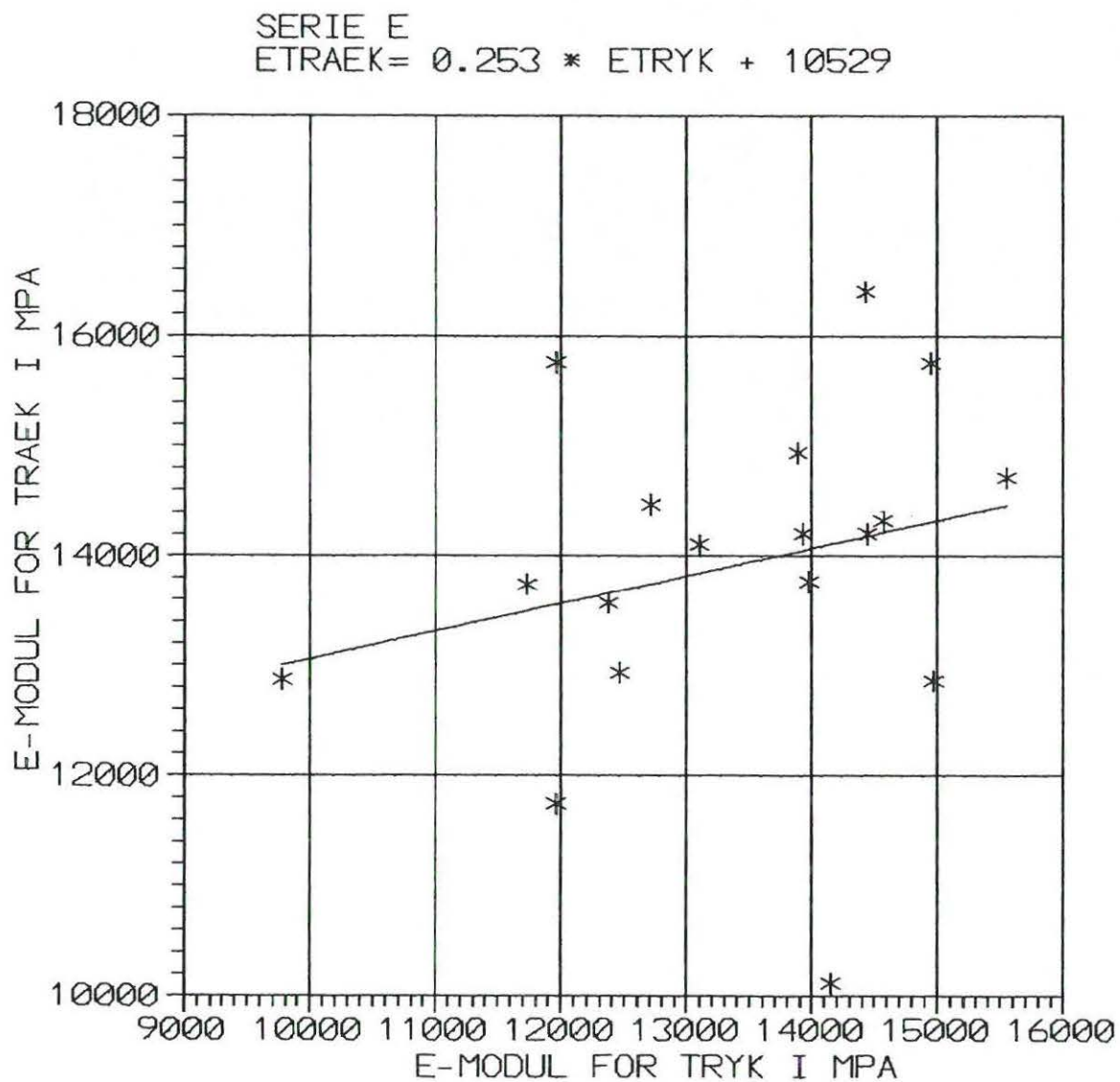
Figur 4.48 Foto af trækprøver E13 - E16X





Figur 4.49 Foto af trækprøver E17 - E18X





Figur 4.50 Graf visende  $E_{træk}$  som funktion af  $E_{tryk}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
F01	40,3 * 40,4 = 1628,1	71,2	522	43,7	12910	11,2	1,78	
F02	40,5 * 40,3 = 1632,2	72,4	530	44,3	13300	11,7	1,15	
F03	40,4 * 40,3 = 1628,1	75,9	532	46,6	13400	11,2	1,60	
F04	40,4 * 40,4 = 1632,2	80,1	525	49,1	15060	11,8	1,28	Note 2
F05	40,3 * 40,3 = 1624,1	74,5	540	45,9	12090	11,0	1,48	
F06	40,4 * 40,3 = 1628,1	71,3	522	43,8	11480	11,2	1,28	
F07	40,3 * 40,3 = 1624,1	64,3	533	39,6	10440	11,0	1,44	
F08	40,3 * 40,3 = 1624,1	84,4	547	52,0	12330	11,0	1,59	
F09	40,3 * 40,2 = 1620,1	77,2	544	47,7	13140	11,3	1,48	
F10	40,2 * 40,3 = 1620,1	74,9	520	46,2	12870	11,0	1,14	
F11	40,0 * 40,1 = 1604,0	75,6	511	47,2	11950	11,5	1,49	Note 2
F12	40,2 * 40,2 = 1616,0	68,8	508	42,6	12620	11,7	1,16	Note 2
F13	40,2 * 40,2 = 1616,0	84,0	523	52,0	15150	11,9	1,20	
F14	40,2 * 40,1 = 1612,0	76,6	510	47,5	12600	12,0	1,28	
F15	40,8 * 40,5 = 1652,4	85,9	517	52,0	14460	11,0	1,36	Note 2

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
F16	40,5 * 40,5 = 1640,3	84,9	529	51,8	14720	11,2	1,30	
F17	40,5 * 40,6 = 1644,3	77,1	533	46,9	12710	11,2	1,17	
F18	40,6 * 40,5 = 1644,3	83,3	539	50,7	13420	11,5	1,18	
F19	40,6 * 40,4 = 1640,2	73,1	526	44,5	11920	11,2	1,04	
F20	40,6 * 40,5 = 1644,3	78,5	525	47,7	12150	11,2	1,04	
F21	40,5 * 40,5 = 1640,3	89,7	522	54,7	12760	11,5	1,57	Note 2
F22	40,5 * 40,4 = 1636,2	73,9	512	45,2	9484	11,2	1,57	
F23	40,6 * 40,5 = 1644,3	85,0	529	51,7	14060	11,0	1,32	
F24	40,6 * 40,5 = 1644,3	82,2	522	50,0	14090	11,3	1,28	
F25	40,6 * 40,6 = 1648,4	81,2	521	49,3	13500	11,2	1,37	
F26	40,5 * 40,5 = 1640,3	72,1	508	43,9	10650	10,2	1,44	

**Note 2:**

For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.

Oversigt over trykprøvning for serie F:

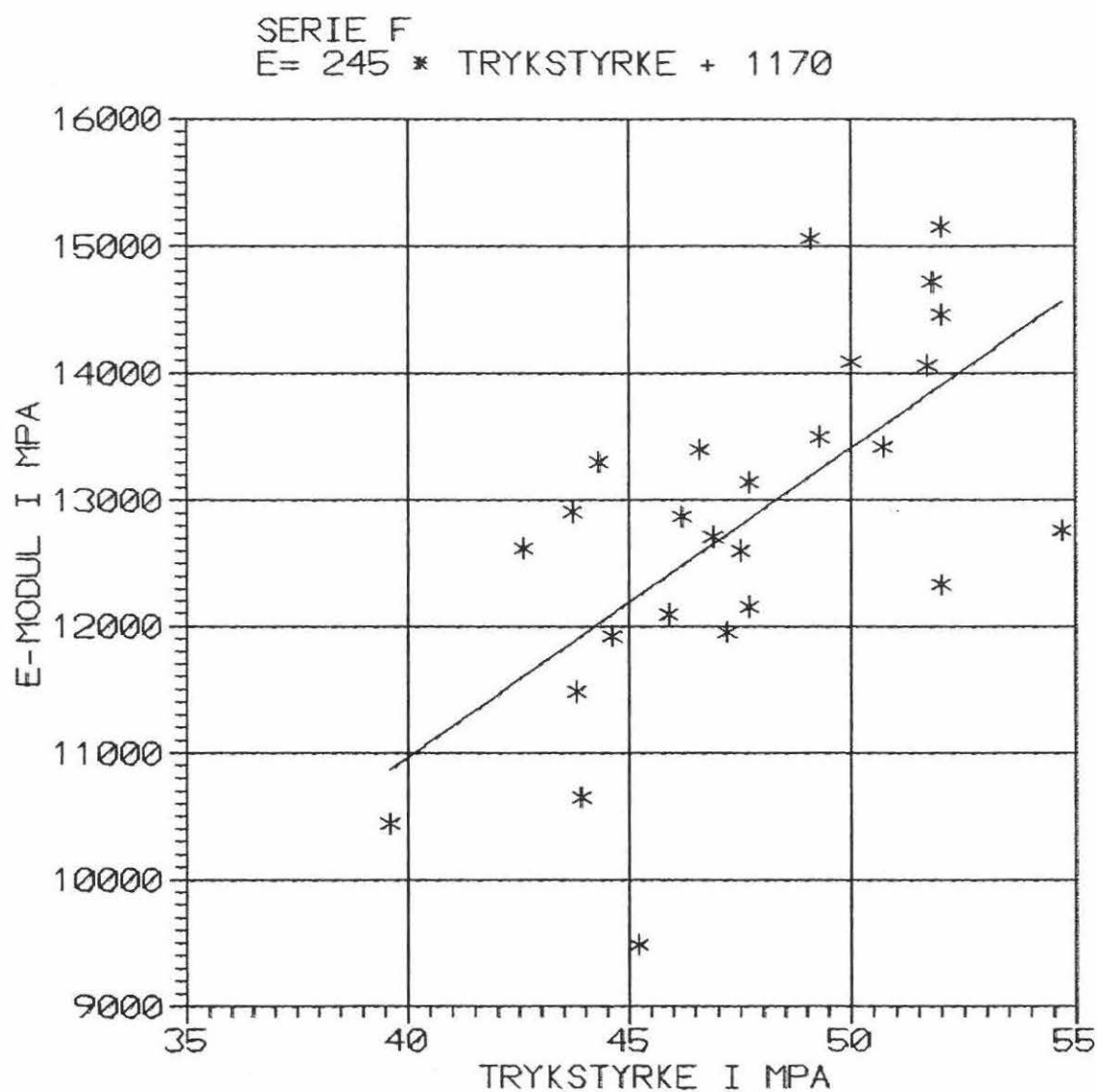
Middelværdi for trykstyrke: 47,6 MPa med en standardafv. på 3,6 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,28 \cdot 10^4$  MPa med en middelværdi på  $0,14 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,35 mm med en standardafv. på 0,19 mm.

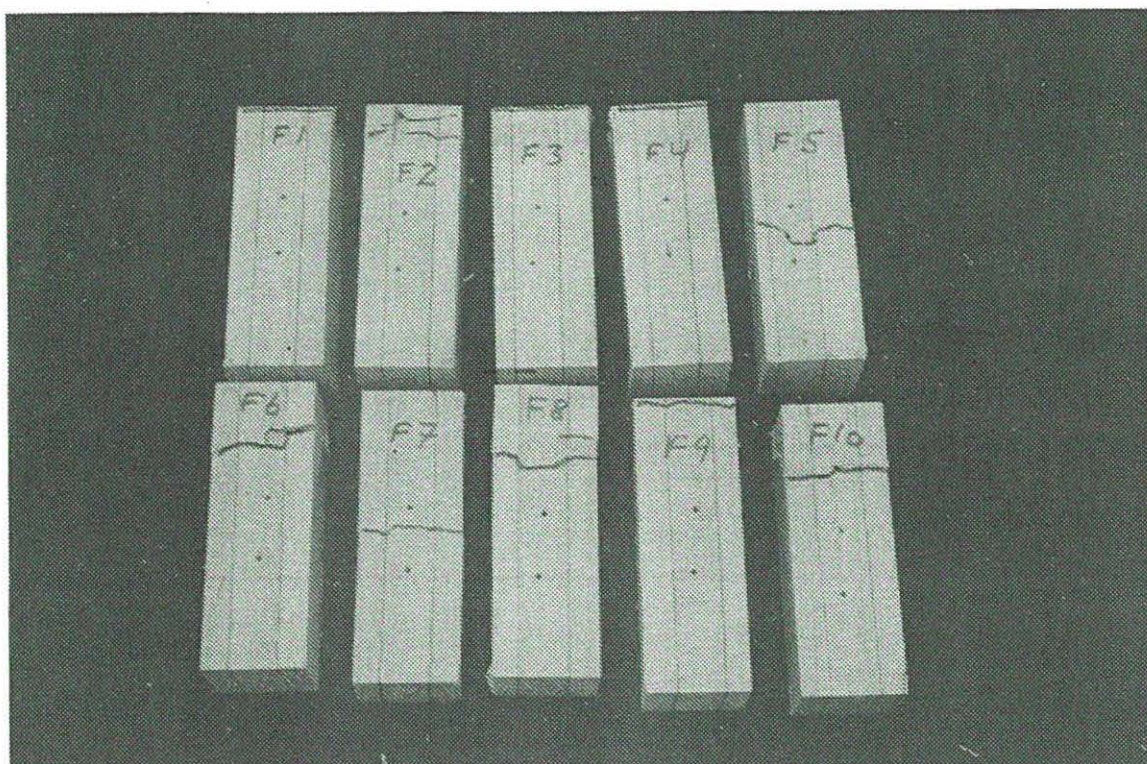
Middelværdi for lasthastighed: 525 N/sek. med en standardafv. på 10 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,3 med en standardafv. på 0,4.

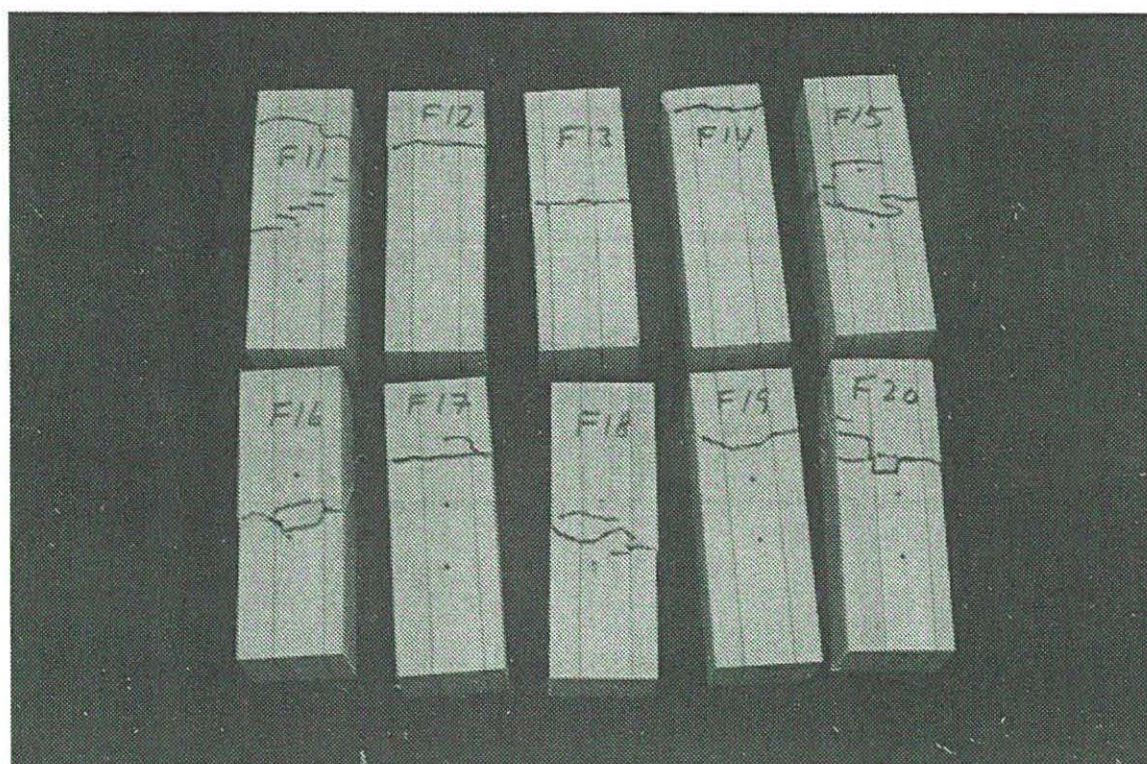


Figur 4.51 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke



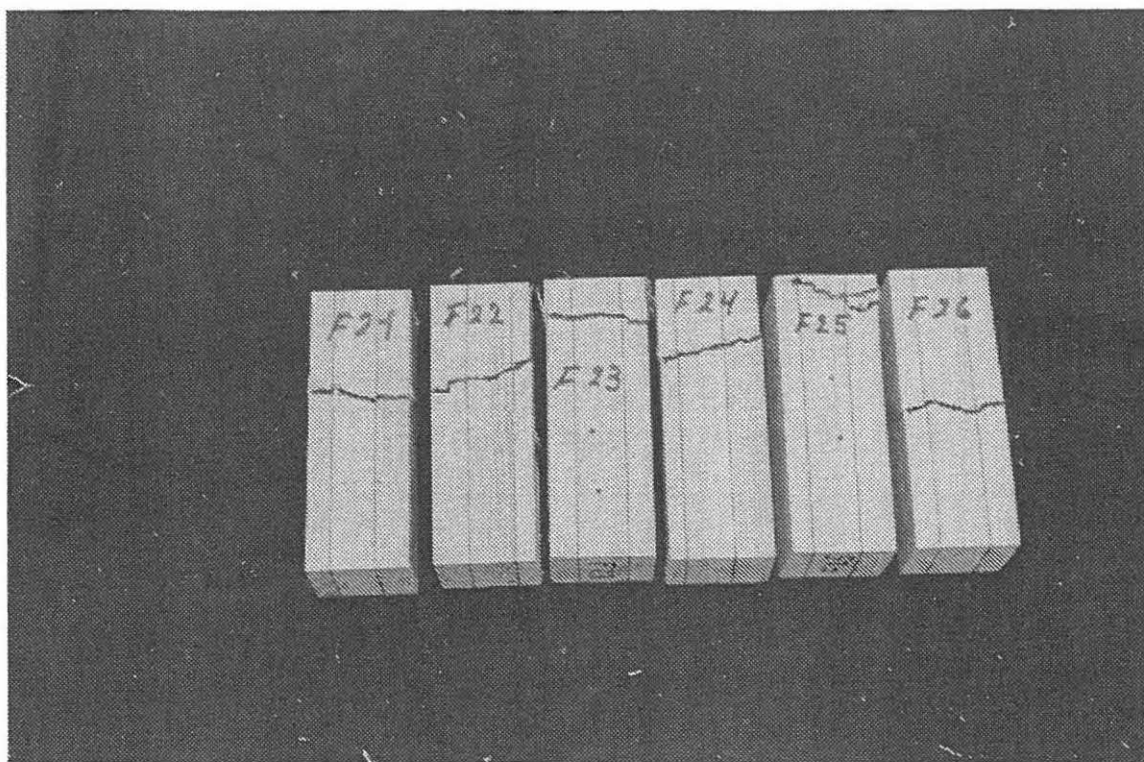


Figur 4.52 Foto af trykprøver F1 - F10



Figur 4.53 Foto af trykprøver F11 - F20





Figur 4.54      Foto af trykprøver F21 - F26



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
F01	20,0 * 7,6 = 152,0	10,8	169	71,1	13960	11,0	15,79	
F01X	20,1 * 7,3 = 146,7	11,5	171	78,3	12630	10,8	5,18	
F02	20,1 * 7,5 = 150,8	14,2	172	94,3	13250	10,6	19,03	
F02X	20,2 * 7,2 = 145,4	10,8	170	74,1	10720	10,8	6,41	
F03	20,1 * 7,8 = 156,8	12,0	171	76,5	12650	10,5	10,84	
F03X	20,0 * 7,9 = 158,0	11,4	170	72,2	12320	10,8	18,26	
F04	20,2 * 7,6 = 153,5	16,8	174	109,7	17820	11,0	20,23	
F04X	20,4 * 7,8 = 159,1	10,9	171	68,2	13490	10,4	9,19	
F05	20,6 * 7,7 = 158,6	12,5	171	78,9	16170	10,8	8,08	
F05X	20,2 * 7,9 = 159,6	12,9	171	80,7	11960	10,4	11,51	
F06	20,1 * 7,9 = 158,8	16,8	172	105,6	14200	10,5	17,56	
F06X	20,1 * 7,9 = 158,8	12,7	183	80,2	13190	11,0	18,05	
F07	20,0 * 7,7 = 154,0	13,0	179	84,7	12640	10,7	15,94	
F07X	20,1 * 7,6 = 152,8	24,0	166	157,1	17700	12,2	21,24	
F08	20,1 * 7,2 = 144,7	10,5	165	72,8	10660	11,0	7,36	

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
F08X	20,2 * 7,6 = 153,5	10,8	165	70,5	15720	10,9	5,13	
F09	20,0 * 7,6 = 152,0	8,4	165	55,4	9377	11,0	3,02	
F10	20,0 * 7,8 = 156,0	14,3	167	91,8	14410	10,7	16,22	
F10X	20,1 * 7,7 = 154,8	10,6	165	68,2	10740	12,0	5,21	
F11	20,3 * 8,3 = 168,5	9,0	164	53,2	9389	11,5	5,33	
F11X	20,3 * 8,2 = 166,5	20,3	169	121,7	16880	11,7	28,39	
F12	20,3 * 8,3 = 168,5	11,4	165	67,8	14000	11,6	12,58	
F12X	20,5 * 8,3 = 170,2	10,1	166	59,6	11130	11,6	7,56	
F13	20,2 * 8,1 = 163,6	10,5	165	64,1	12800	10,9	5,90	
F13X	20,1 * 8,1 = 162,8	14,2	167	87,1	16490	12,0	15,17	
F14	20,3 * 7,9 = 160,4	11,9	165	74,1	14060	12,0	7,27	
F14X	19,9 * 8,2 = 163,2	11,1	166	68,0	12430	11,7	10,61	
F15	20,1 * 7,1 = 142,7	11,5	163	80,7	13890	11,7	8,03	
F15X	20,1 * 7,1 = 142,7	16,0	167	112,4	15230	11,2	18,12	
F16	20,1 * 7,2 = 144,7	12,2	165	84,0	12440	11,2	9,47	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
F16X	20,5 * 7,0 = 143,5	9,0	165	62,6	13840	10,6	4,70	
F17	20,2 * 7,0 = 141,4	7,2	172	51,1	14210	11,0	2,30	
F17X	20,2 * 7,2 = 145,4	11,6	165	79,9	16200	11,0	7,53	
F18	20,2 * 7,1 = 143,4	18,7	169	130,6	15600	10,8	15,16	
F18X	20,2 * 7,0 = 141,4	10,5	166	73,9	13340	11,0	6,86	
F19	20,1 * 7,2 = 144,7	8,6	165	59,2	8263	10,5	3,76	
F19X	20,1 * 6,9 = 138,7	11,2	166	80,4	12620	11,0	5,24	
F20	20,0 * 7,0 = 140,0	8,9	164	63,9	12120	10,1	4,10	
F20X	20,2 * 7,2 = 145,4	17,4	167	119,7	15730	10,2	24,63	
F21	20,1 * 7,0 = 140,7	17,0	167	120,8	17260	10,5	22,86	
F21X	20,4 * 7,0 = 142,8	16,4	166	114,7	15820	10,6	19,34	
F22	20,2 * 7,3 = 147,5	12,0	166	81,5	15680	12,0	7,09	
F23	20,3 * 7,2 = 146,2	19,3	168	131,8	15570	11,0	27,82	
F23X	20,0 * 7,3 = 146,0	11,5	165	79,0	11150	11,1	7,86	
F24	20,2 * 7,0 = 141,4	11,9	165	84,5	13510	11,7	13,61	

[illegible]



Oversigt over trækprøvning for serie F:

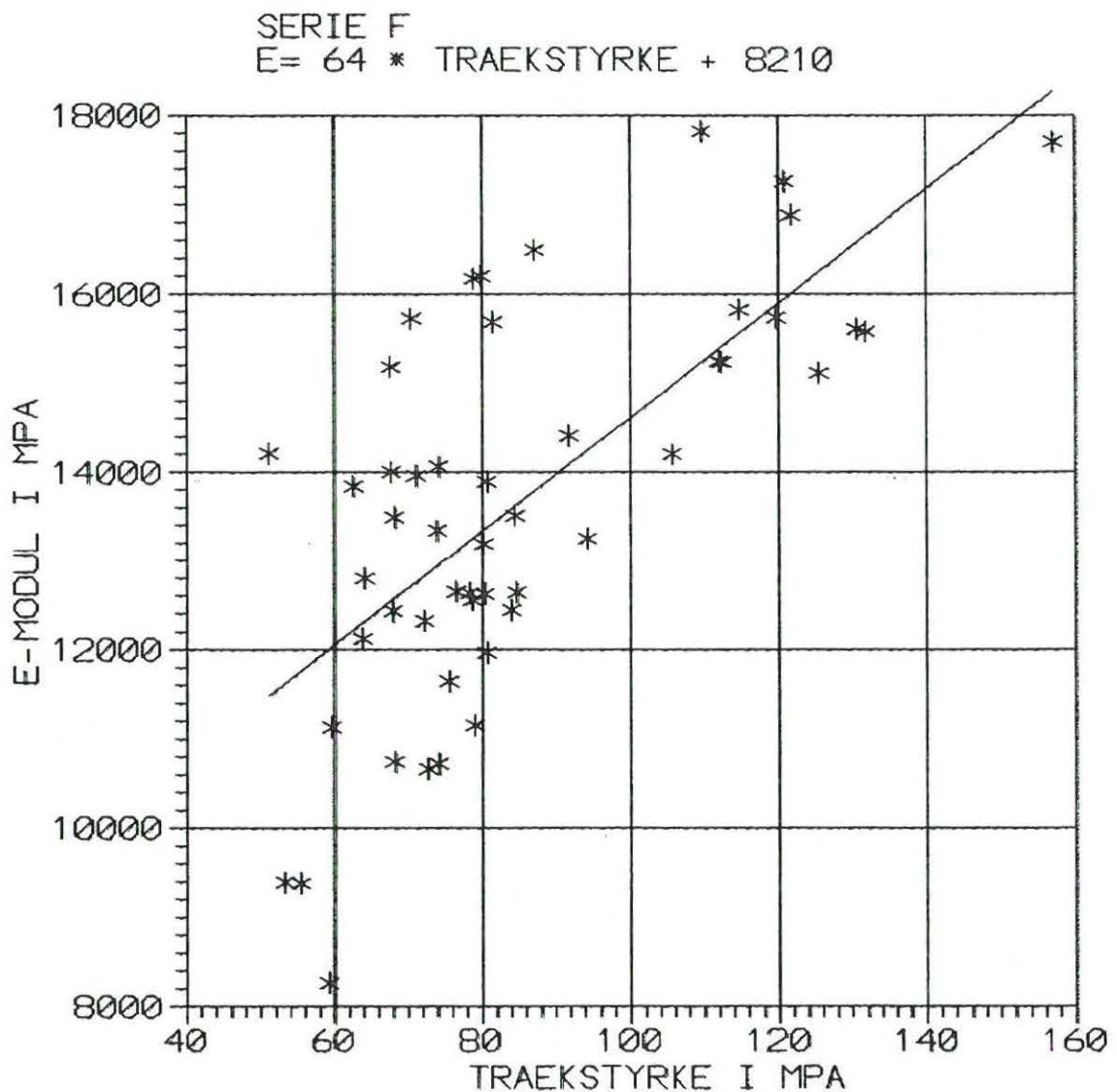
Middelværdi for trækstyrke: 85,1 MPa med en standardafv. på 23,3 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,37 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,22 \cdot 10^4$  MPa.

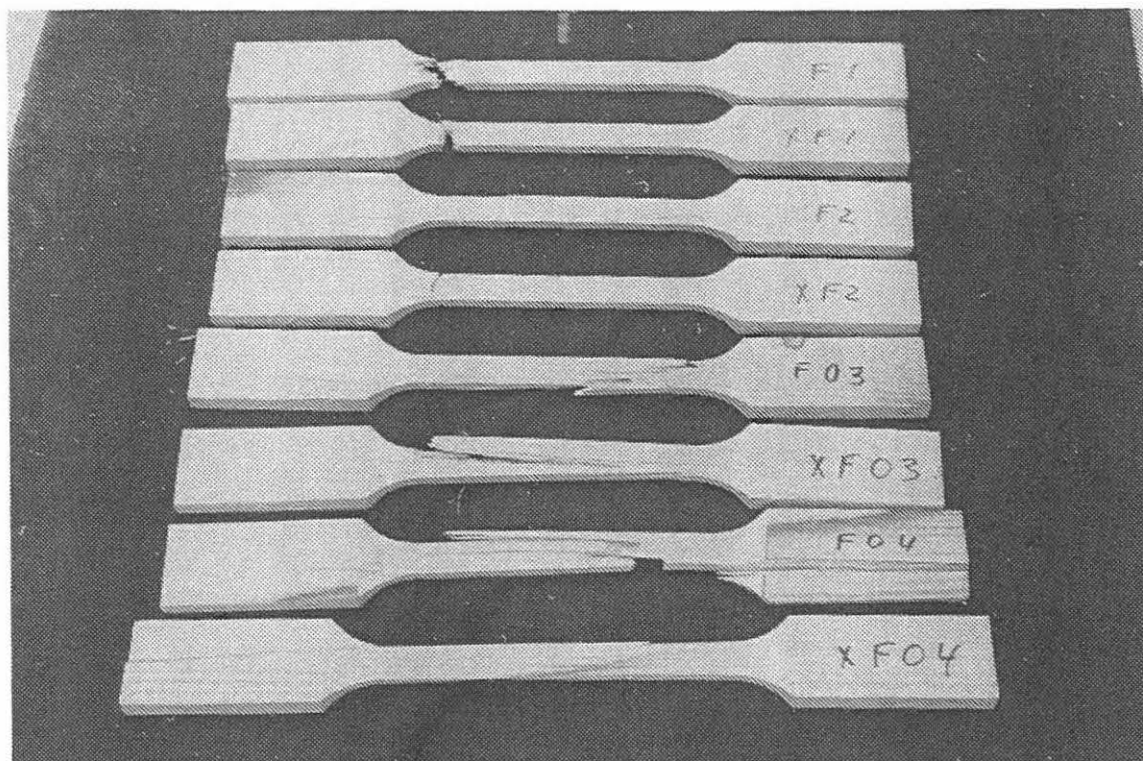
Middelværdi for flytning mellem kæber: 11,73 mm med en standardafv. på 6,95 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 168 N/sek. med en standardafv. på 4 N/sek.

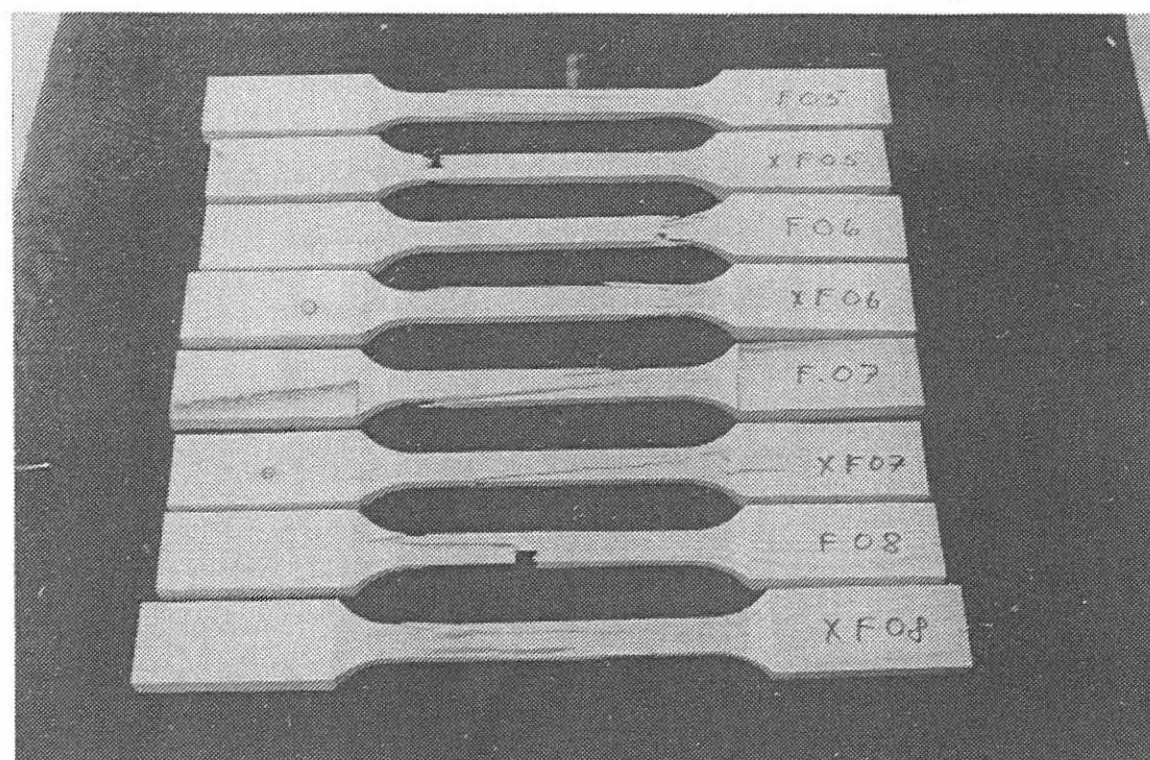
Middelværdi for fugtprocent: 11,0 med en standardafv. på 0,6.



Figur 4.55 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke

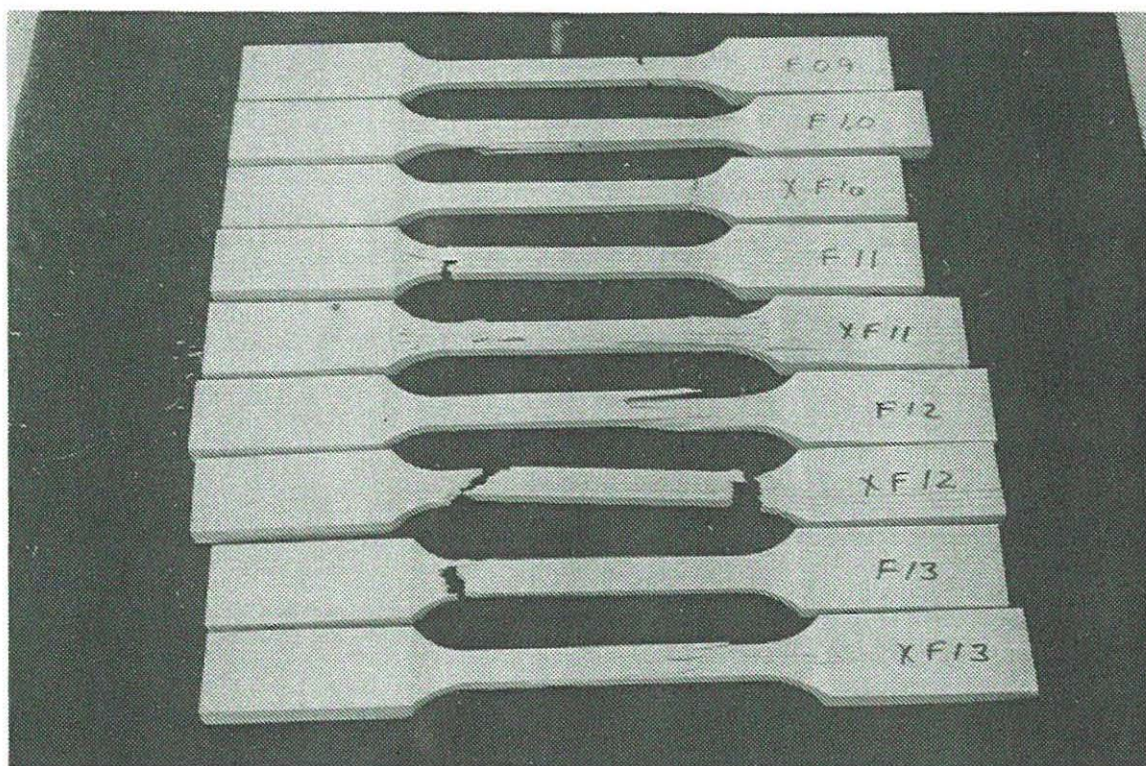


Figur 4.56 Foto af trækprøver F01 - F04X

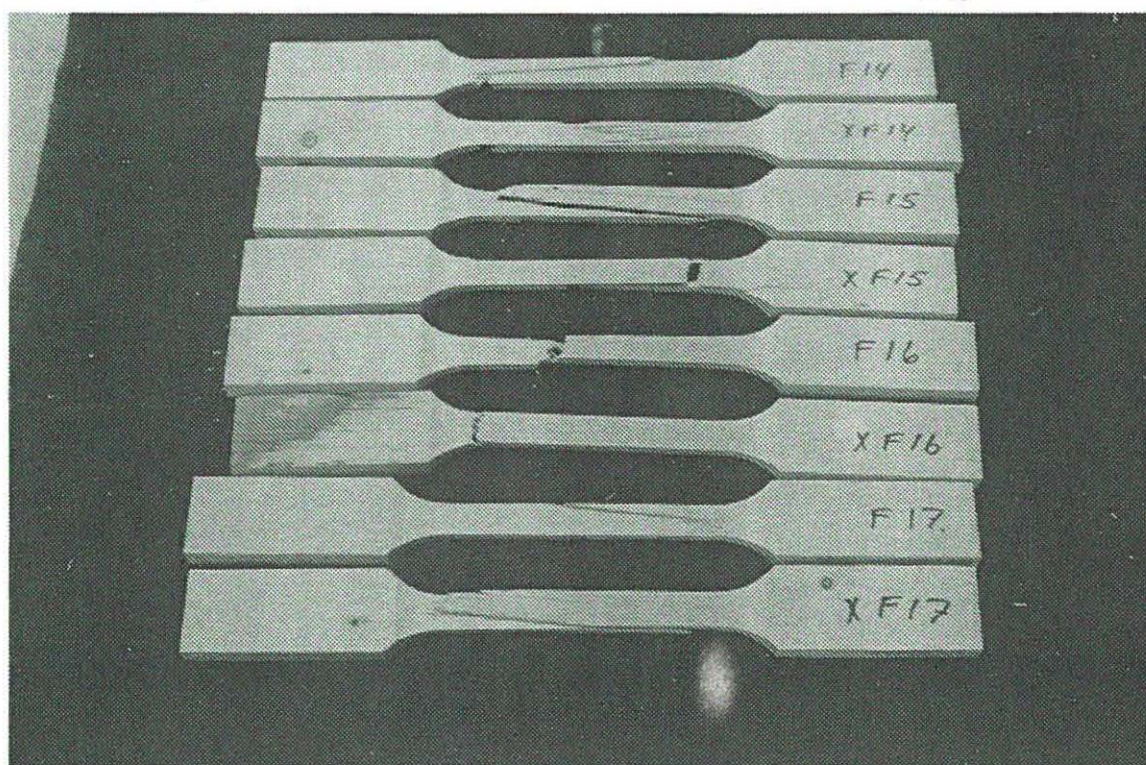


Figur 4.57 Foto af trækprøver F05 - F08X



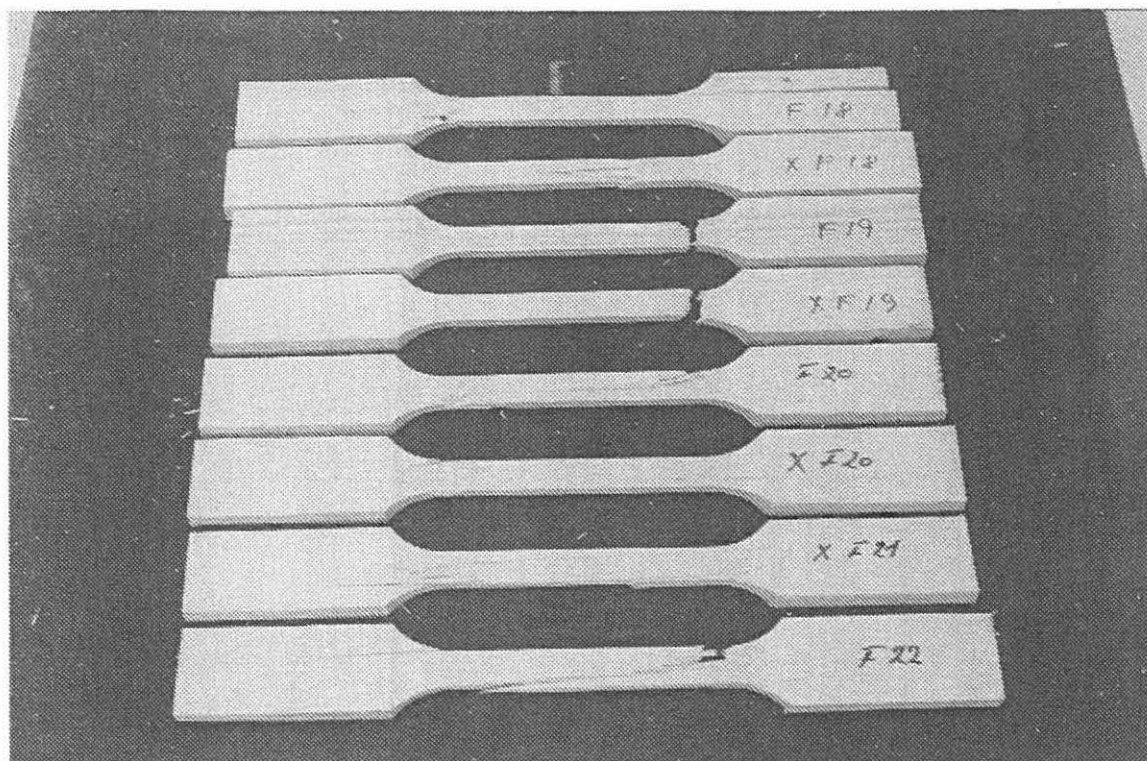


Figur 4.58 Foto af trækprøver F09 - F13X

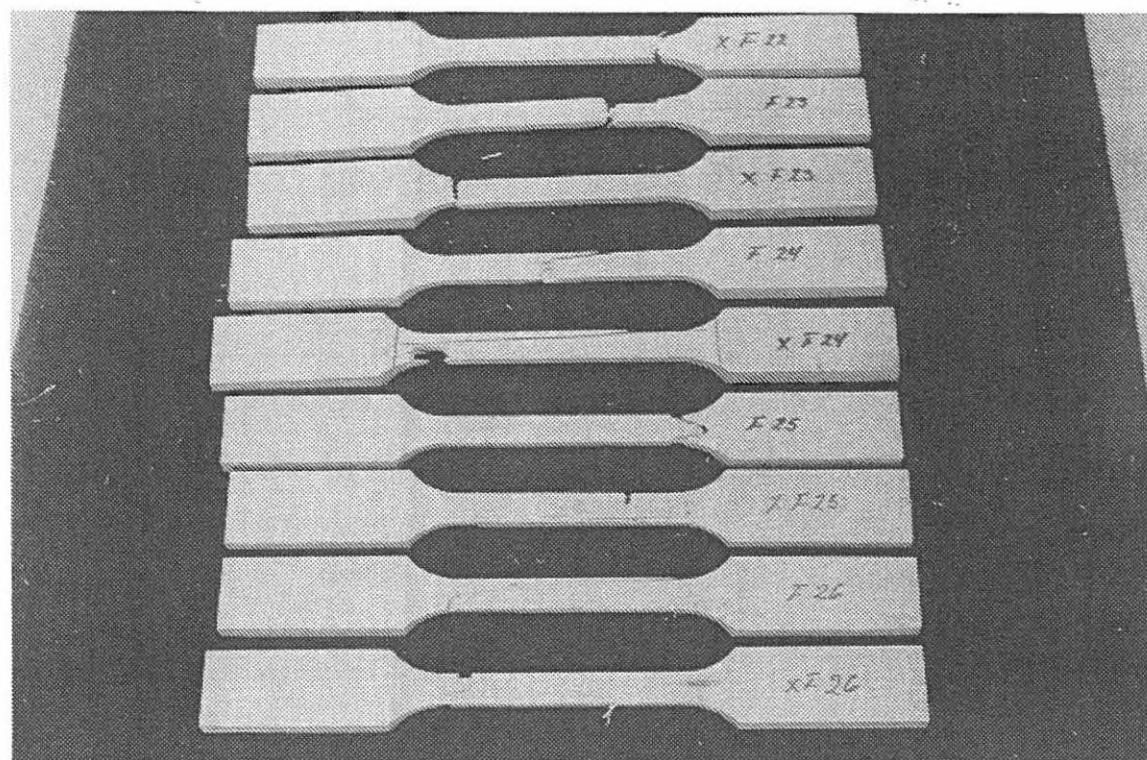


Figur 4.59 Foto af trækprøver F14 - F17X



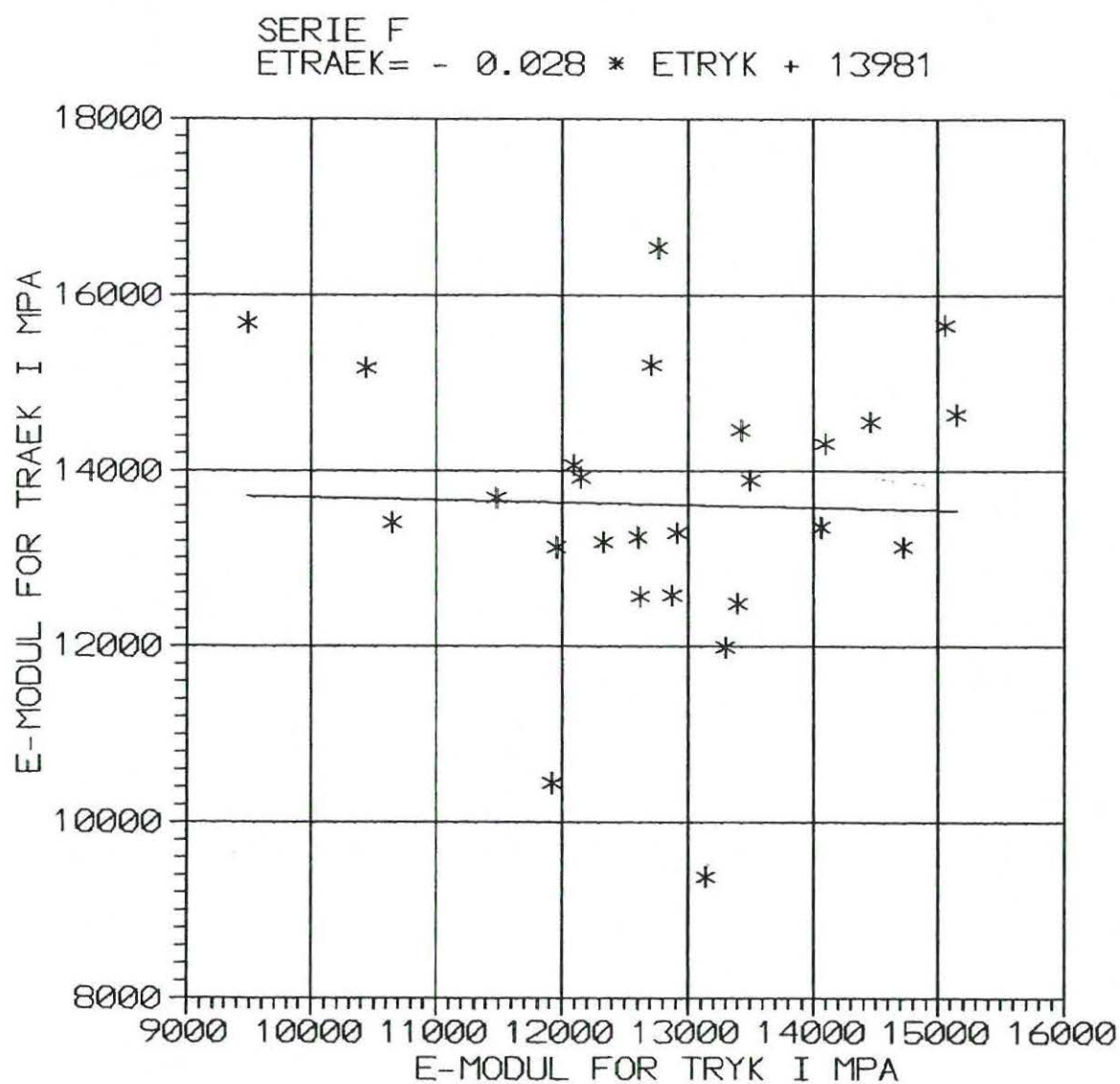


Figur 4.60 Foto af trækprøver F18 - F22



Figur 4.61 Foto af trækprøver F22X - F26X





Figur 4.62 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
G01	40,2 * 40,3 = 1620,1	79,6	517	49,2	13080	10,6	1,64	
G02	40,2 * 40,3 = 1620,1	67,2	505	41,5	9643	11,0	1,22	
G03	40,3 * 40,2 = 1620,1	80,5	528	49,7	19210	11,9	2,10	Note 2
G04	40,1 * 40,1 = 1608,0	87,8	517	54,6	13980	12,2	1,62	
G05	40,3 * 40,2 = 1620,1	74,4	511	45,9	12410	10,8	1,81	
G06	40,2 * 40,3 = 1620,1	68,9	512	42,5	11590	11,0	1,21	
G07	40,2 * 40,3 = 1620,1	80,0	532	49,4	17790	10,8	1,13	Note 2
G08	40,2 * 40,3 = 1620,1	75,3	525	46,5	14200	11,3	1,29	
G16	40,3 * 40,3 = 1624,1	71,9	505	44,3	16440	12,2	1,46	Note 2
G17	40,3 * 40,3 = 1624,1	79,4	511	48,9	14970	11,8	1,83	Note 2
G18	40,2 * 40,3 = 1620,1	73,5	514	45,4	12890	11,7	2,00	Note 2
G19	40,1 * 40,2 = 1612,0	70,0	500	43,5	9123	12,2	1,69	
G20	40,2 * 40,3 = 1620,1	79,3	520	48,9	16690	12,2	1,60	Note 2
G21	40,1 * 40,2 = 1612,1	81,9	520	50,8	14700	11,7	1,53	
G22	40,2 * 40,2 = 1616,0	71,6	530	44,3	13890	11,7	1,44	Note 2

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
G23	40,2 * 40,2 = 1616,0	72,7	512	45,0	10870	11,5	1,68	
G24	40,2 * 40,2 = 1608,0	84,0	522	52,2	15410	12,5	1,72	Note 2
G25	40,1 * 40,1 = 1608,0	80,2	514	49,9	14480	12,3	1,43	

**Note 2:**

For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.

Oversigt over trykprøvning for serie G:

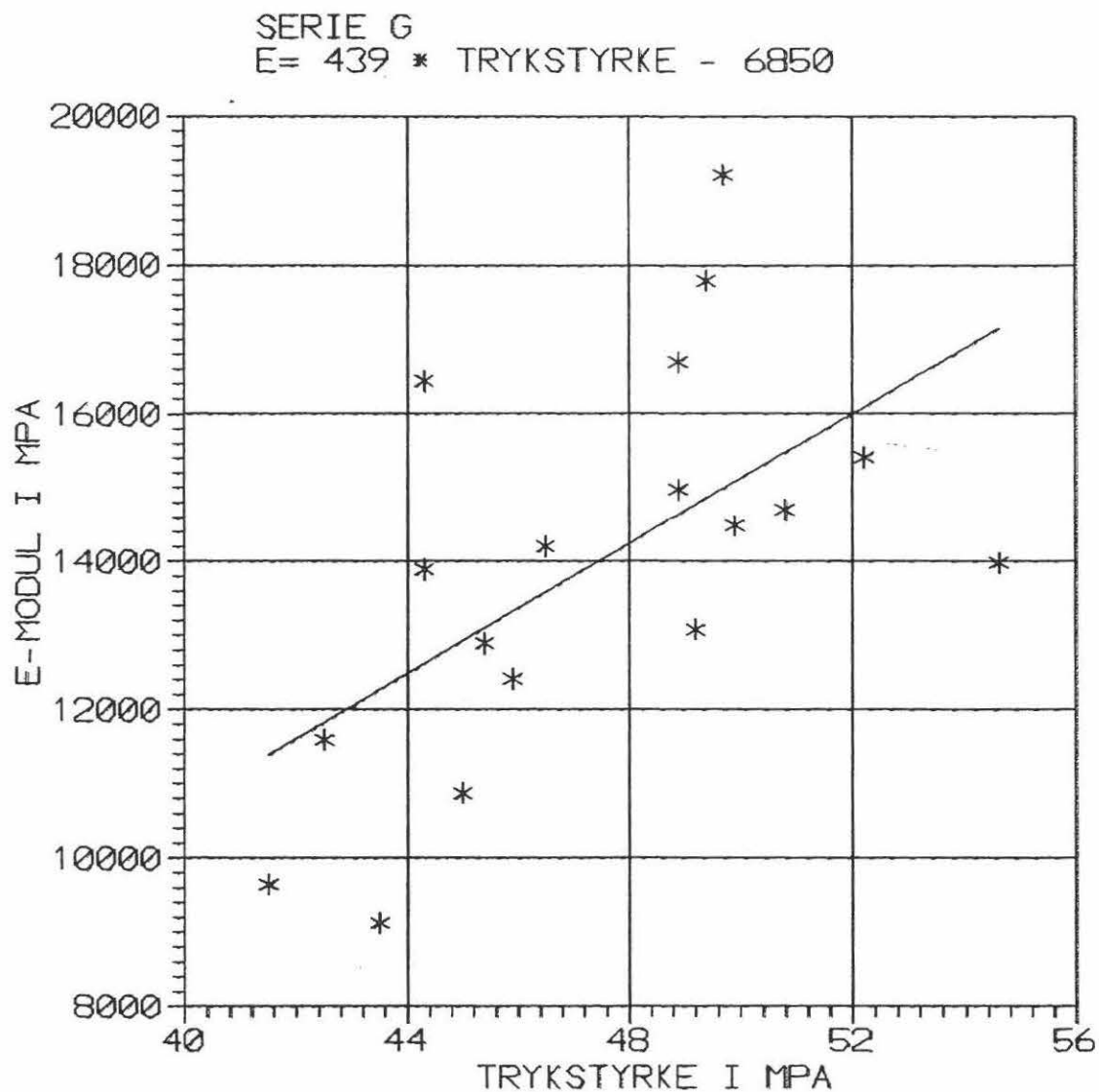
Middelværdi for trykstyrke: 47,0 MPa med en standardafv. på 3,5 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,40 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,27 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,57 mm med en standardafv. på 0,28 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 516 N/sek. med en standardafv. på 9 N/sek.

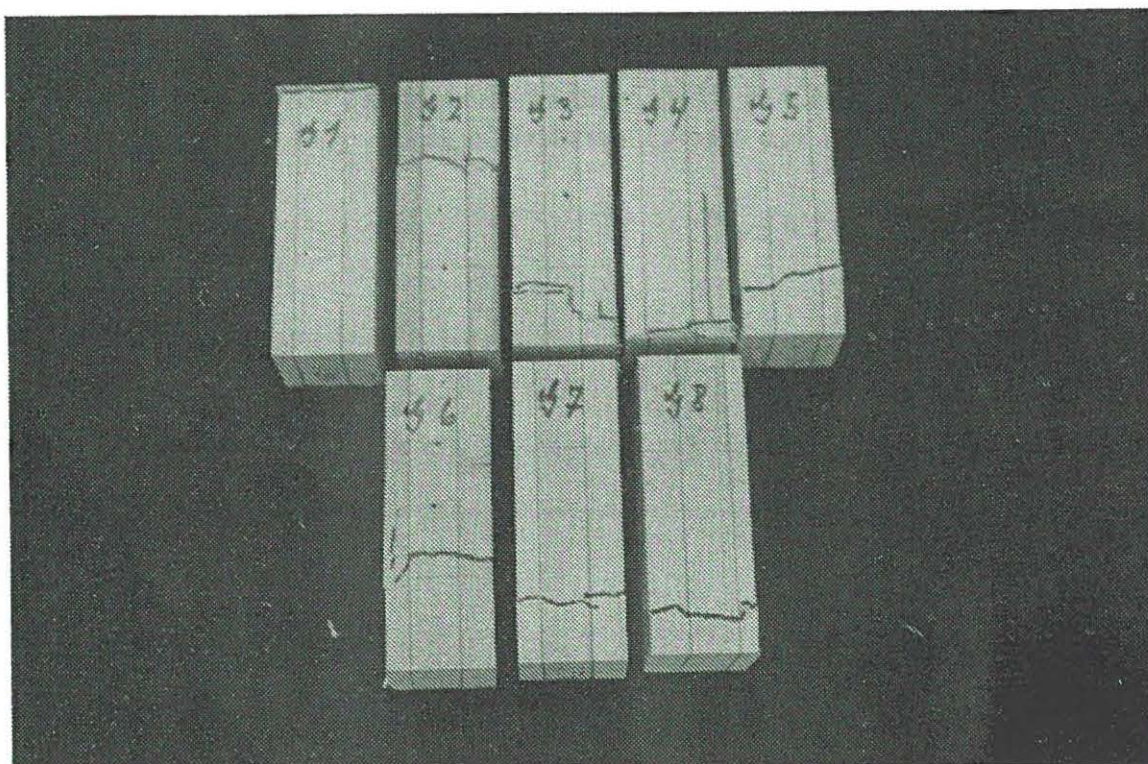
Middelværdi for fugtprocent: 11,5 med en standardafv. på 0,6.



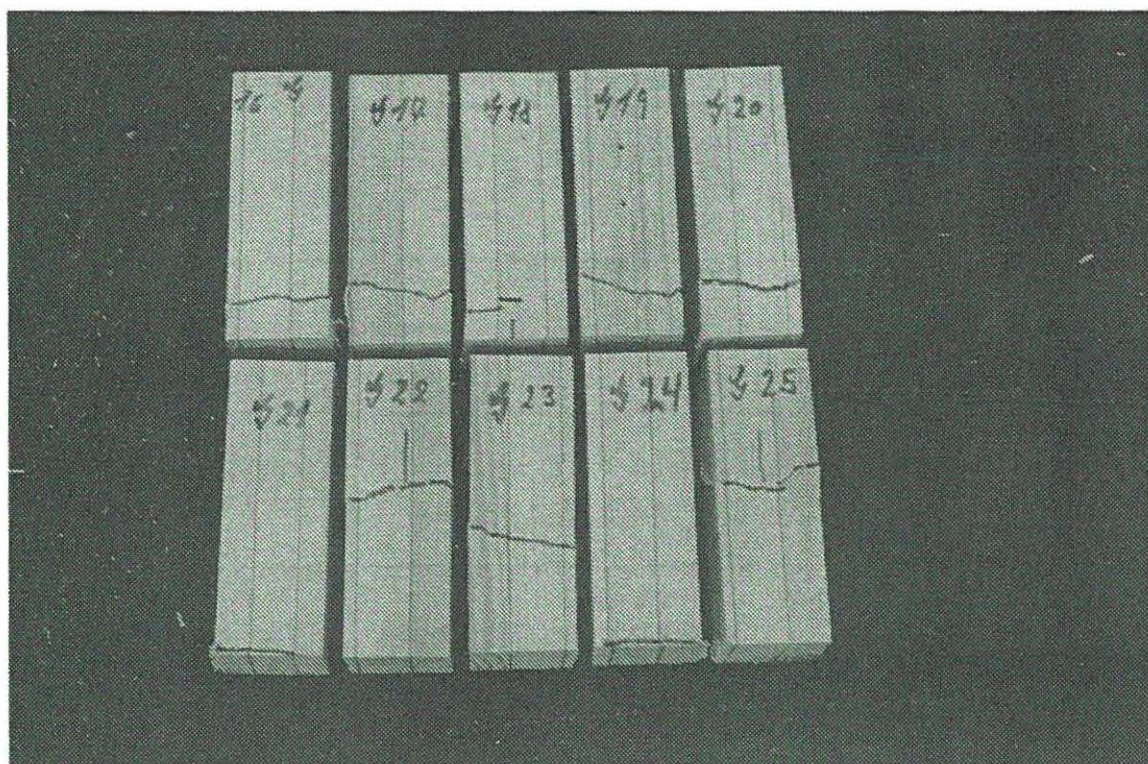
Figur 4.63

Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke





Figur 4.64 Foto af trykprøver G1 - G8



Figur 4.65 Foto af trykprøver G16 - G25



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
G01	20,4 * 8,4 = 171,4	13,5	166	79,0	13160	10,7	10,99	
G01X	20,4 * 8,4 = 171,4	13,5	166	79,0	18210	11,5	9,42	
G02	20,5 * 8,2 = 168,1	12,8	166	76,2	13560	11,3	7,42	
G02X	20,6 * 8,4 = 173,0	10,3	165	59,7	10770	11,1	4,14	
G03	20,5 * 8,3 = 170,2	14,7	167	86,2	18130	11,5	14,07	
G03X	20,6 * 8,3 = 171,0	15,2	167	88,7	13120	11,0	15,85	
G04	20,5 * 8,2 = 168,1	11,6	165	68,8	15650	11,5	8,49	
G04X	20,5 * 8,2 = 168,1	12,0	165	71,3	10740	11,3	6,67	
G05	20,4 * 8,1 = 165,2	10,0	165	60,4	10330	10,9	3,77	
G05X	20,4 * 8,3 = 169,3	16,5	167	97,4	14810	11,4	15,47	
G06	20,4 * 8,5 = 173,4	14,9	167	86,0	17770	10,0	20,27	
G06X	20,4 * 8,3 = 169,3	14,0	167	82,6	16710	9,8	4,98	
G07	20,4 * 8,3 = 169,3	17,2	167	101,7	17710	12,0	19,44	
G07X	20,4 * 8,3 = 169,3	16,5	167	97,2	12950	9,6	10,73	
G08	20,5 * 8,4 = 172,2	17,2	167	99,9	15970	11,0	21,79	



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
G08X	20,4 * 8,2 = 167,3	12,8	165	76,5	12560	11,0	10,03	
G15	20,6 * 8,2 = 168,9	9,4	164	55,8	9479	11,2	5,26	
G15X	20,5 * 8,4 = 172,2	20,4	169	118,6	16230	12,2	25,60	
G16X	20,2 * 8,2 = 165,6	8,8	164	52,9	16110	11,6	3,12	
G17	20,1 * 8,1 = 162,8	12,4	166	76,3	13120	12,0	9,68	
G17X	20,2 * 8,1 = 163,8	15,2	165	92,9	15400	11,6	15,18	
G18	20,0 * 8,1 = 162,0	11,0	165	68,1	16620	11,5	3,77	
G18X	20,2 * 8,2 = 165,6	11,6	164	70,1	12380	11,1	13,39	
G19	20,0 * 7,7 = 154,0	18,0	167	116,7	19280	12,6	18,20	
G19X	20,1 * 8,1 = 162,8	8,8	162	54,3	13580	11,5	11,25	
G20	20,1 * 7,7 = 154,8	10,8	163	69,6	13530	11,5	15,72	
G20X	20,1 * 7,5 = 150,8	14,3	166	94,6	13770	11,4	8,77	
G21	20,0 * 7,6 = 152,0	13,1	165	86,3	14610	11,6	17,46	
G21X	20,1 * 7,5 = 150,8	13,3	165	88,3	13790	11,5	10,06	
G22	20,1 * 7,9 = 158,8	17,3	167	109,2	14630	12,5	16,96	

[illegible]



Oversigt over trækprøvning for serie G:

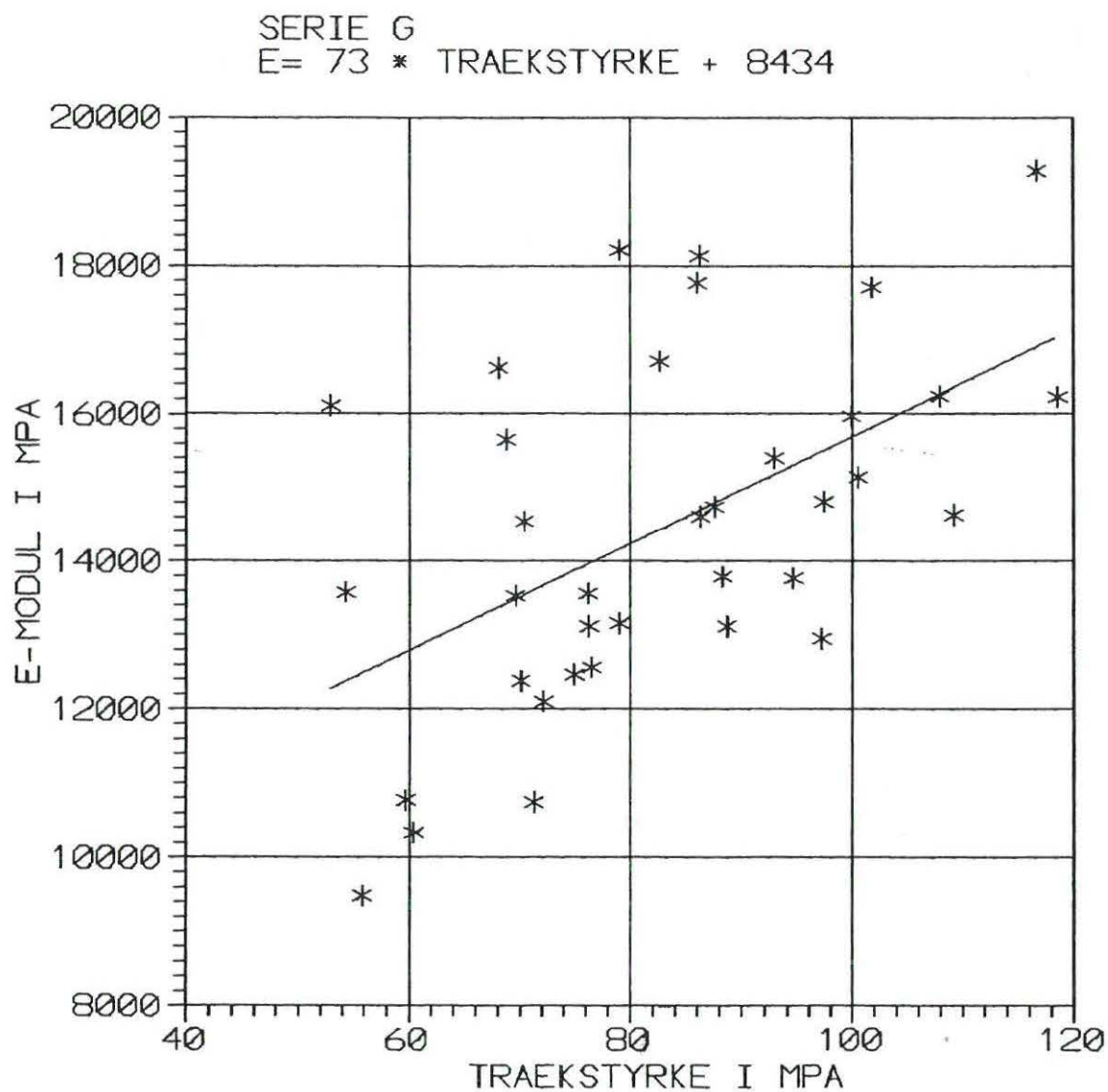
Middelværdi for trækstyrke: 82,7 MPa med en standardafv. på 16,9 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,44 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,23 \cdot 10^4$  MPa.

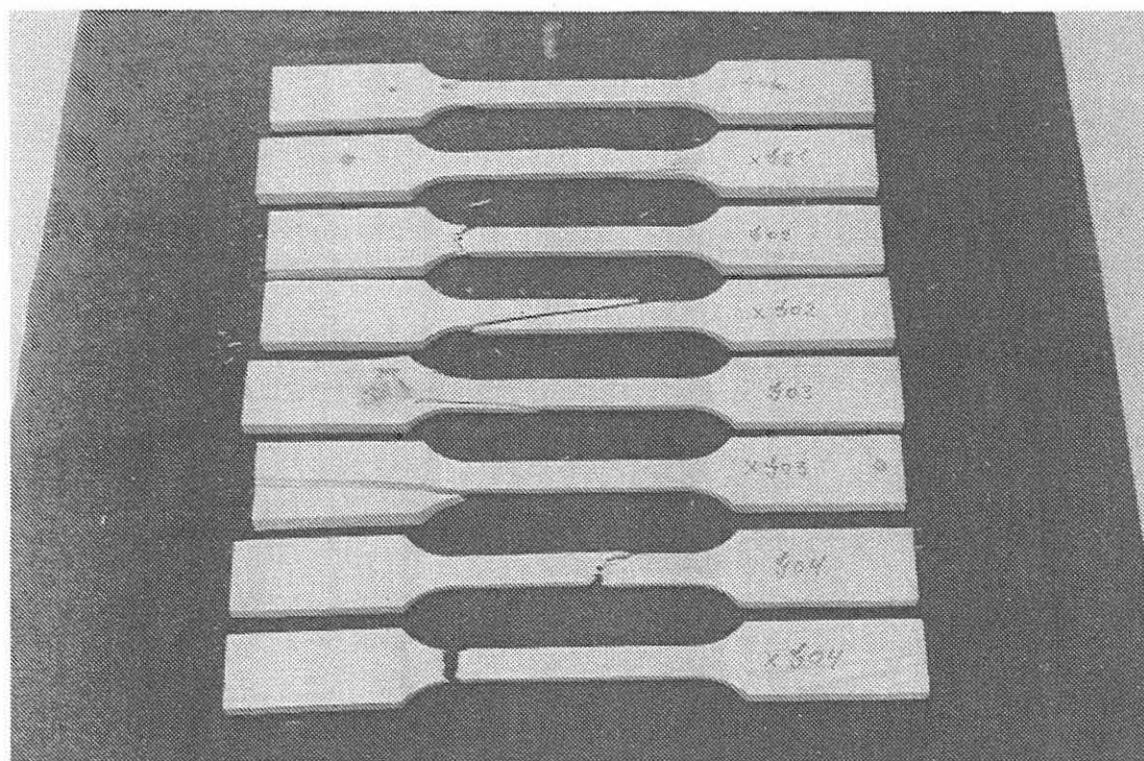
Middelværdi for flytning mellem kæber: 12,55 mm med en standardafv. på 6,16 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 166 N/sek. med en standardafv. på 1 N/sek.

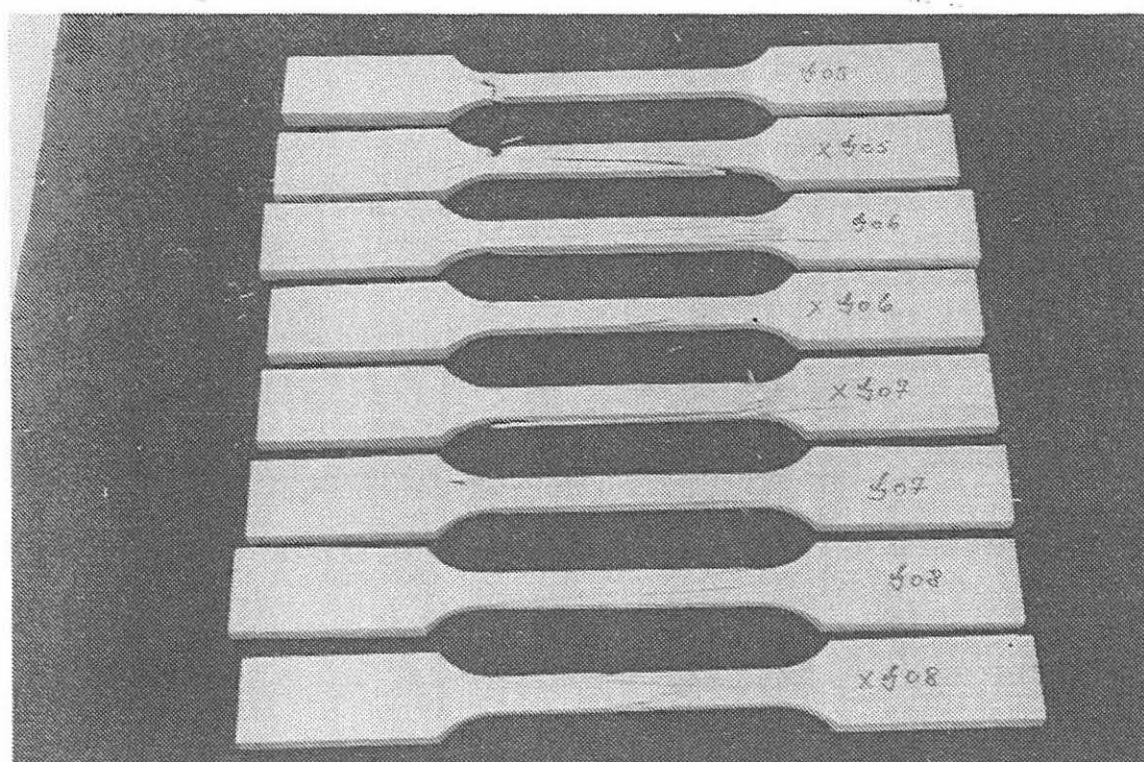
Middelværdi for fugtprocent: 11,4 med en standardafv. på 0,6.



Figur 4.66 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke

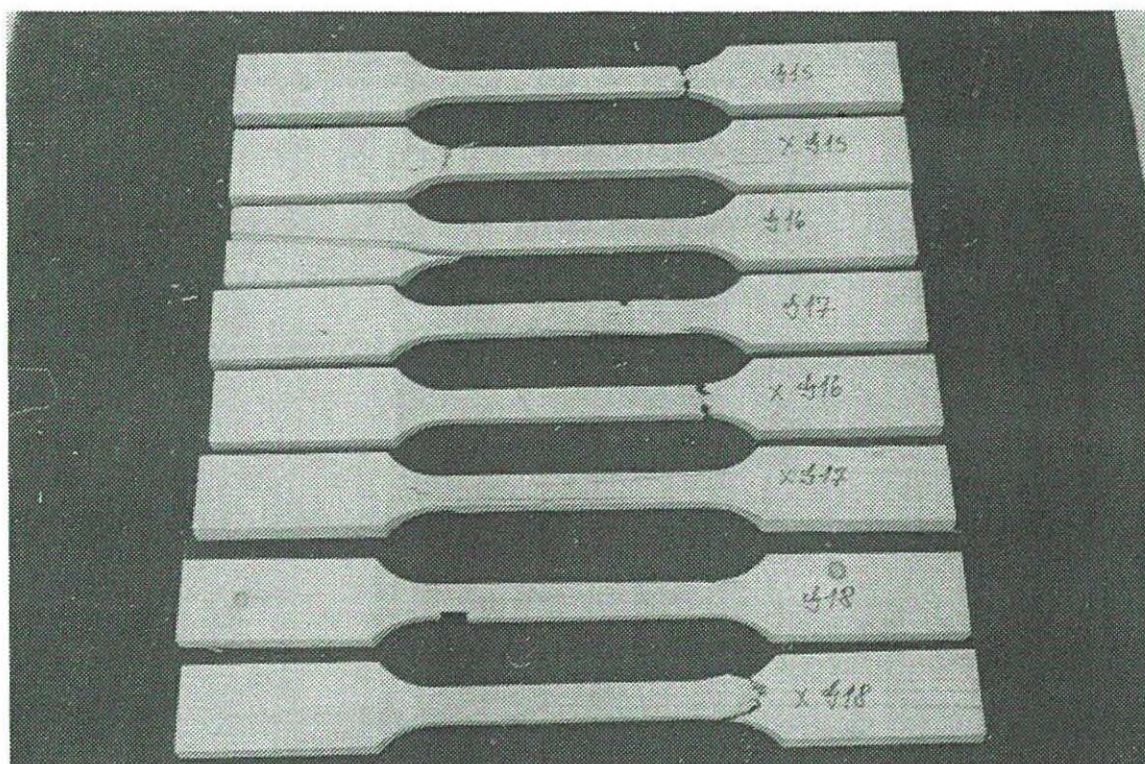


Figur 4.67 Foto af trækprøver G01 - G04X

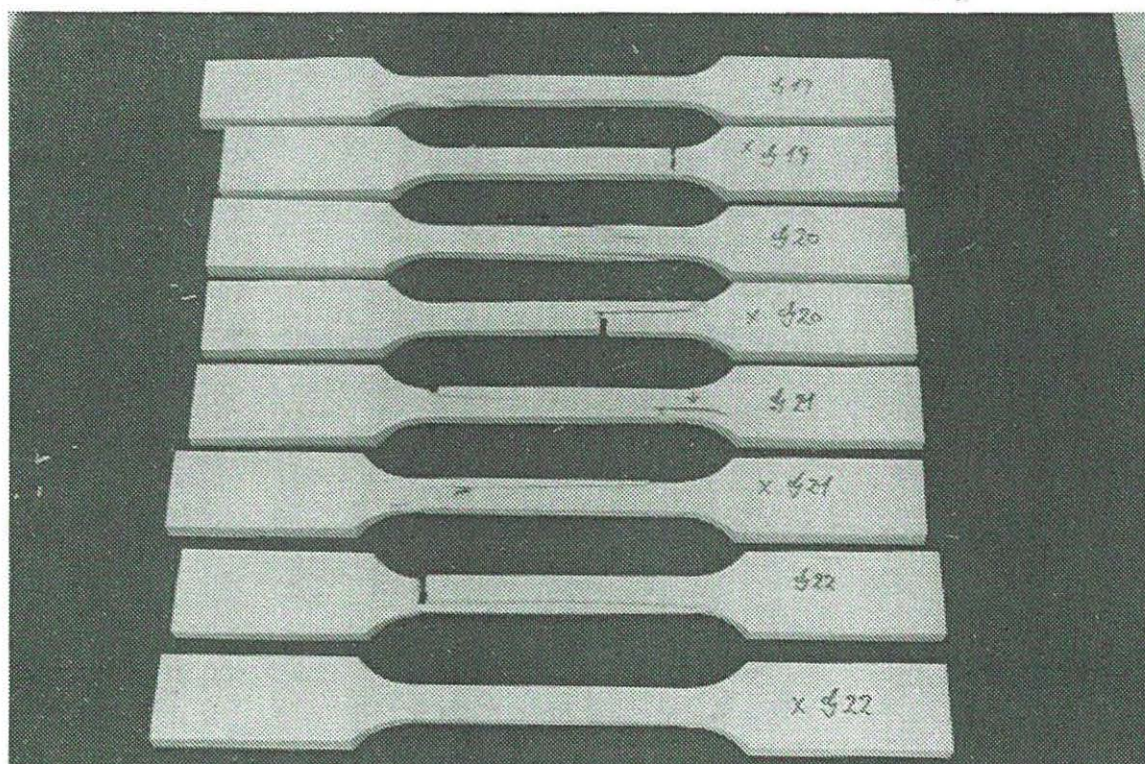


Figur 4.68 Foto af trækprøver G05 - G08X



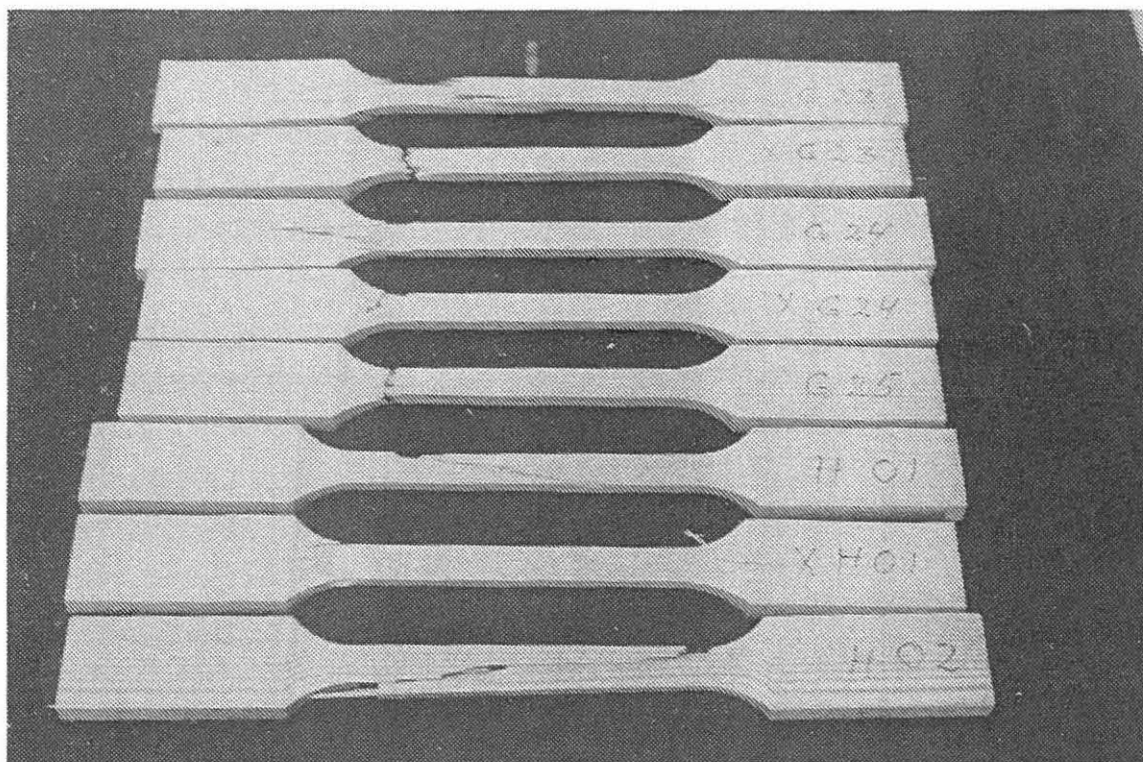


Figur 4.69 Foto af trækprøver G15 - G18X



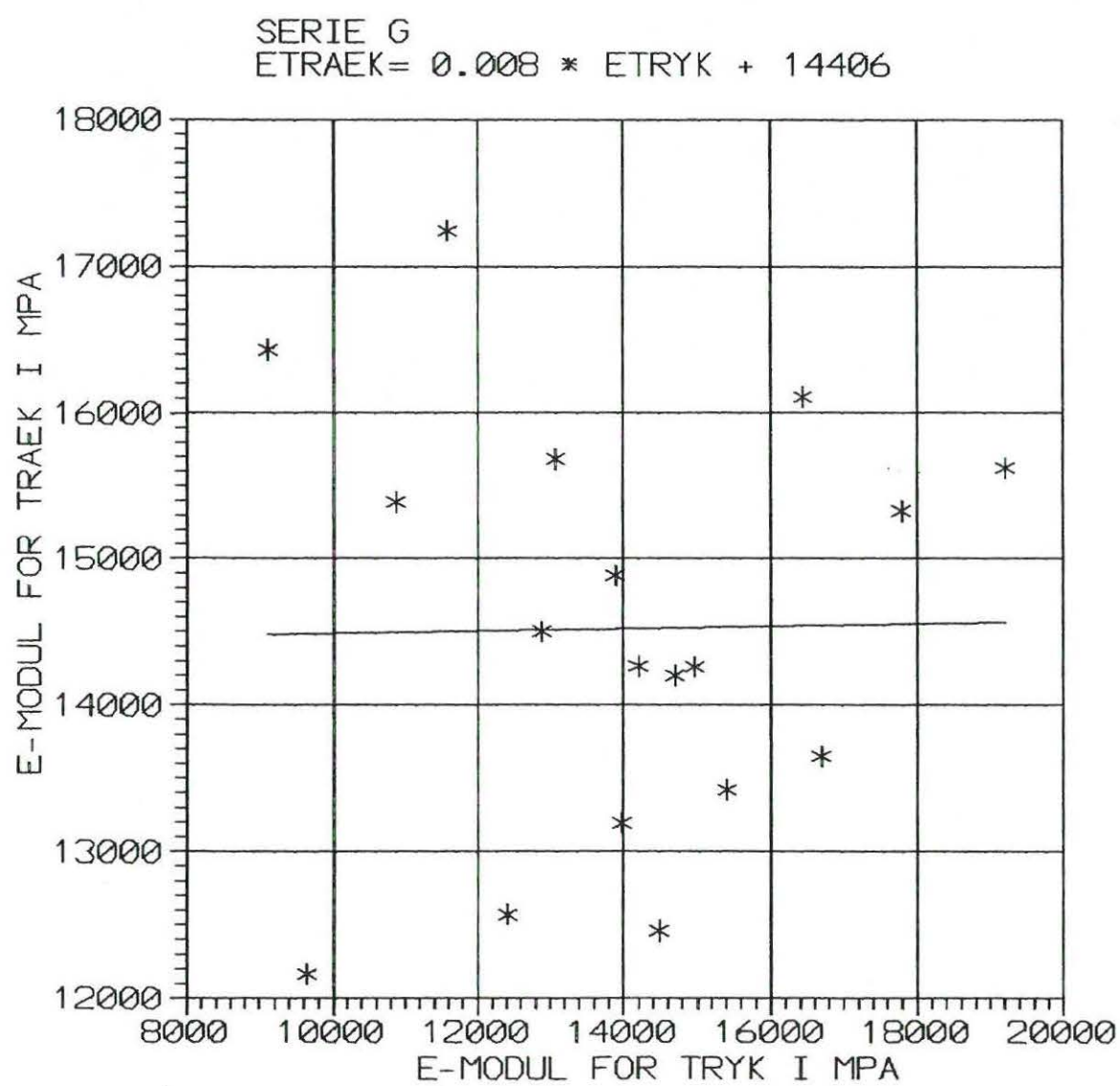
Figur 4.70 Foto af trækprøver G19 - G22X





Figur 4.71 Foto af trækprøver G23 - G25





Figur 4.72 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

#### 4.8 Forsøgsresultater for serie H og I

#### 4.8.1 Trykprøving

[illegible]



Oversigt over trykprøvning for serie H og I:

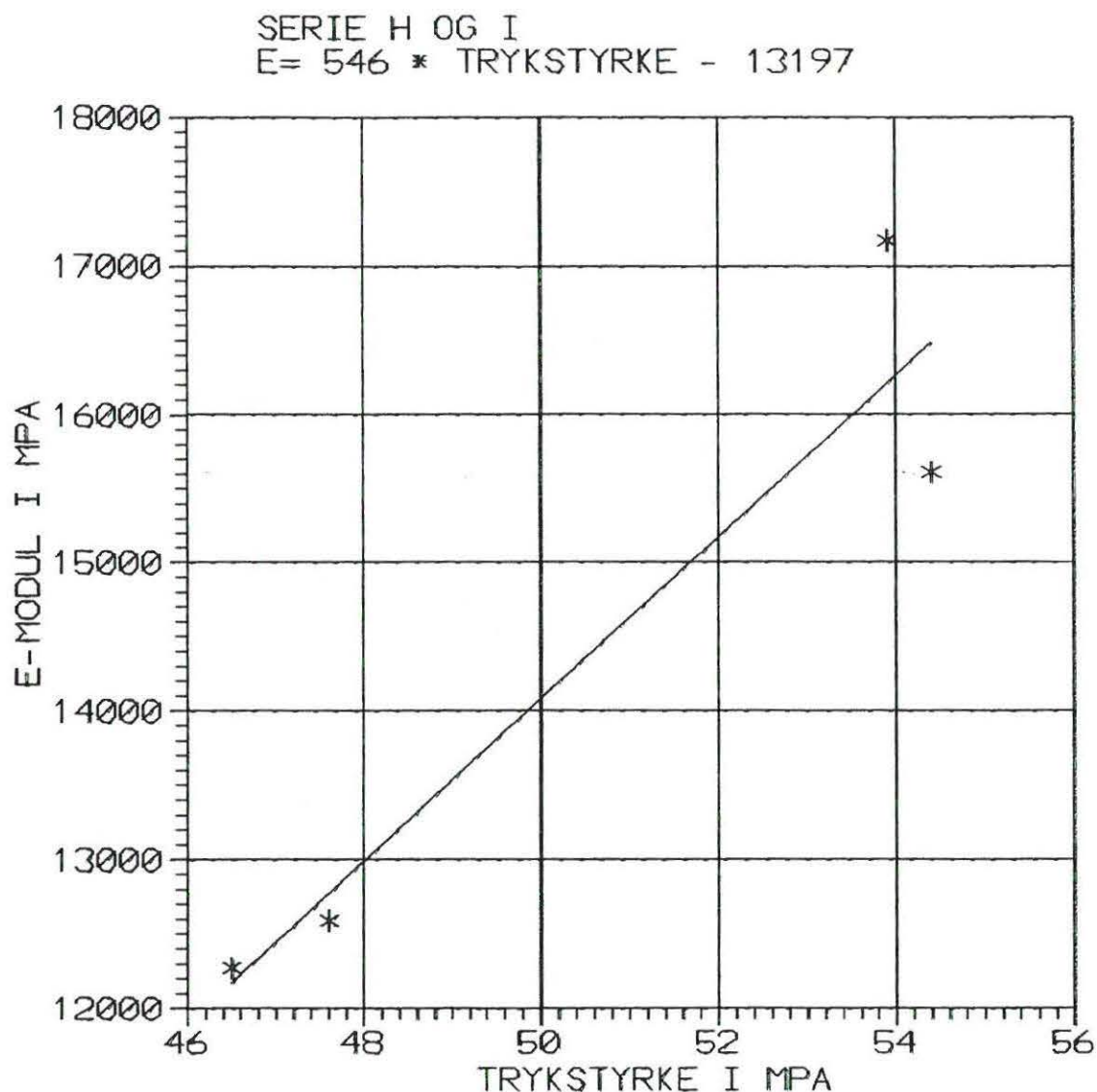
Middelværdi for trykstyrke: 50,6 MPa med en standardafv. på 3,6 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,44 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,21 \cdot 10^4$  MPa.

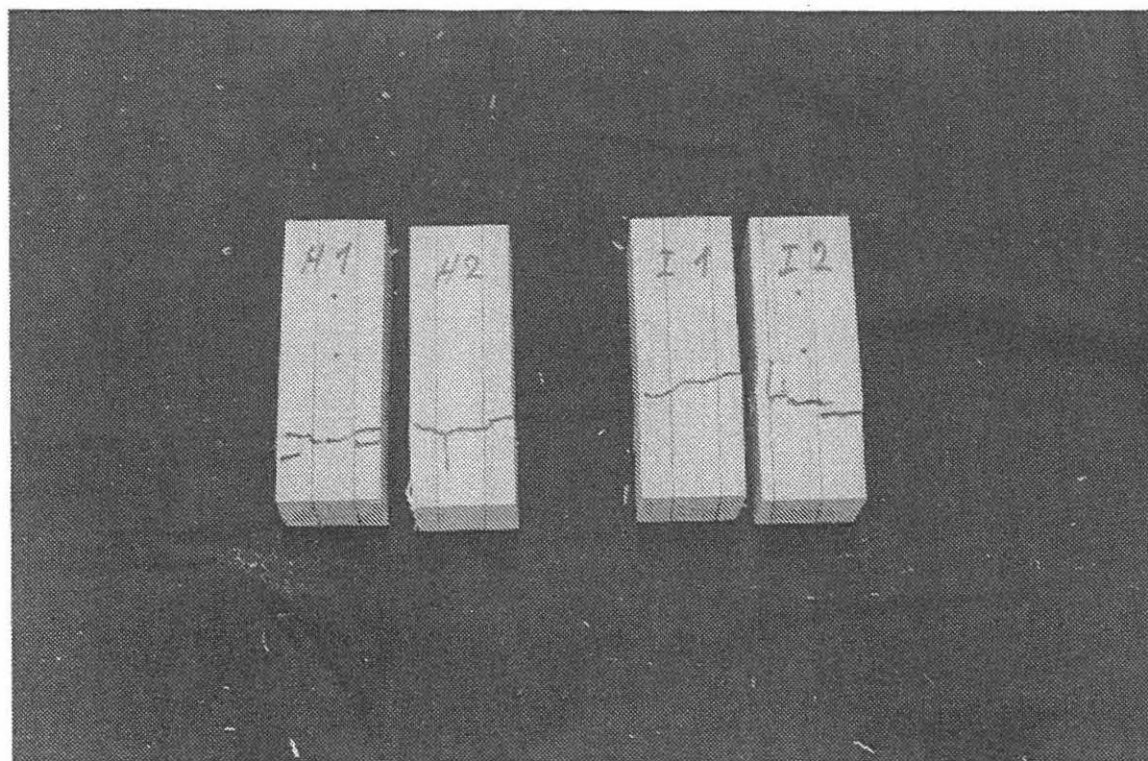
Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,46 mm med en standardafv. på 0,22 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 515 N/sek med en standardafv. på 7 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,6 med en standardafv. på 0,5.



Figur 4.73 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke



Figur 4.74 Foto af trykprøver H1 - H2 og I1 - I2



No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	$\sigma_{brud}$ i MPa	E i MPa	Fugt %	$\Delta_{brud}$ i mm	Noter
H01	20,0 * 7,8 = 156,0	11,1	165	70,8	12360	11,3	5,76	
H01X	20,1 * 7,7 = 154,8	17,4	168	112,2	15620	10,9	20,11	
H02	20,1 * 7,4 = 148,7	11,3	165	76,0	12620	10,3	7,15	
I01	20,2 * 7,9 = 159,6	6,9	165	43,3	15140	10,3	2,65	
I01X	20,0 * 7,9 = 158,0	16,6	168	104,8	13690	10,8	22,59	
I02	20,3 * 7,2 = 146,2	10,8	165	73,8	13390	10,4	7,74	

Oversigt over trækprøvning for serie H og I:

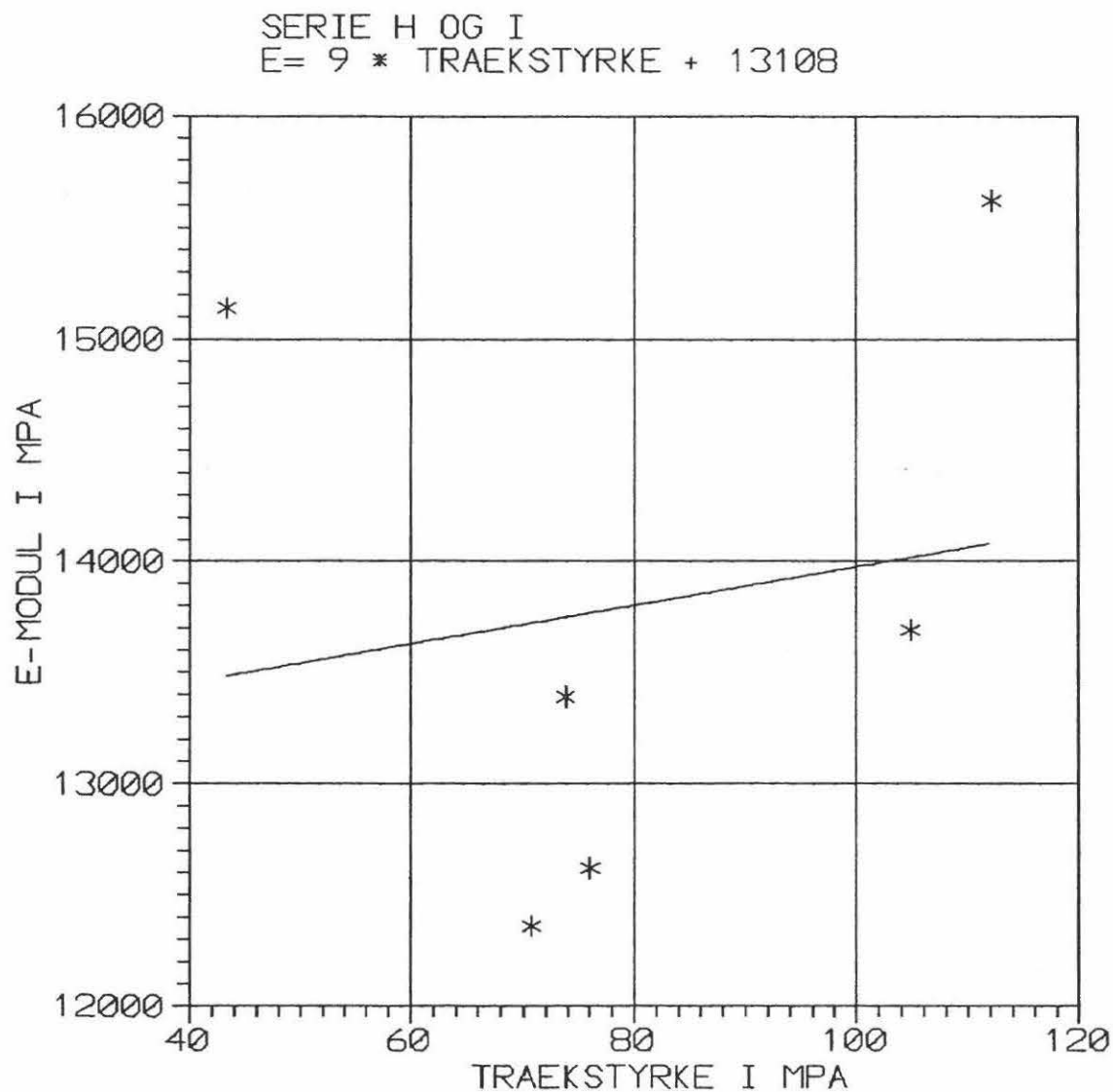
Middelværdi for trækstyrke: 80,2 MPa med en standardafv. på 22,9 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,38 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,12 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 11,00 mm med en standardafv. på 7,53 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 166 N/sek. med en standardafv. på 1 N/sek.

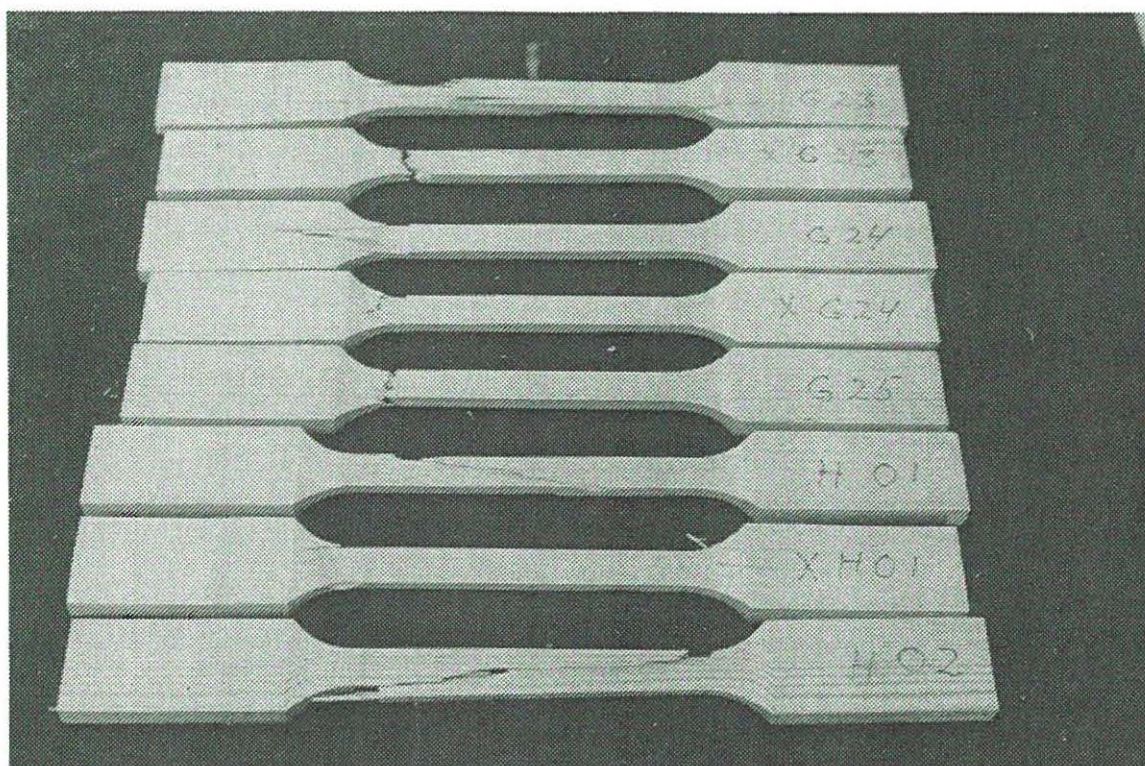
Middelværdi for fugtprocent: 10,7 med en standardafv. på 0,4.



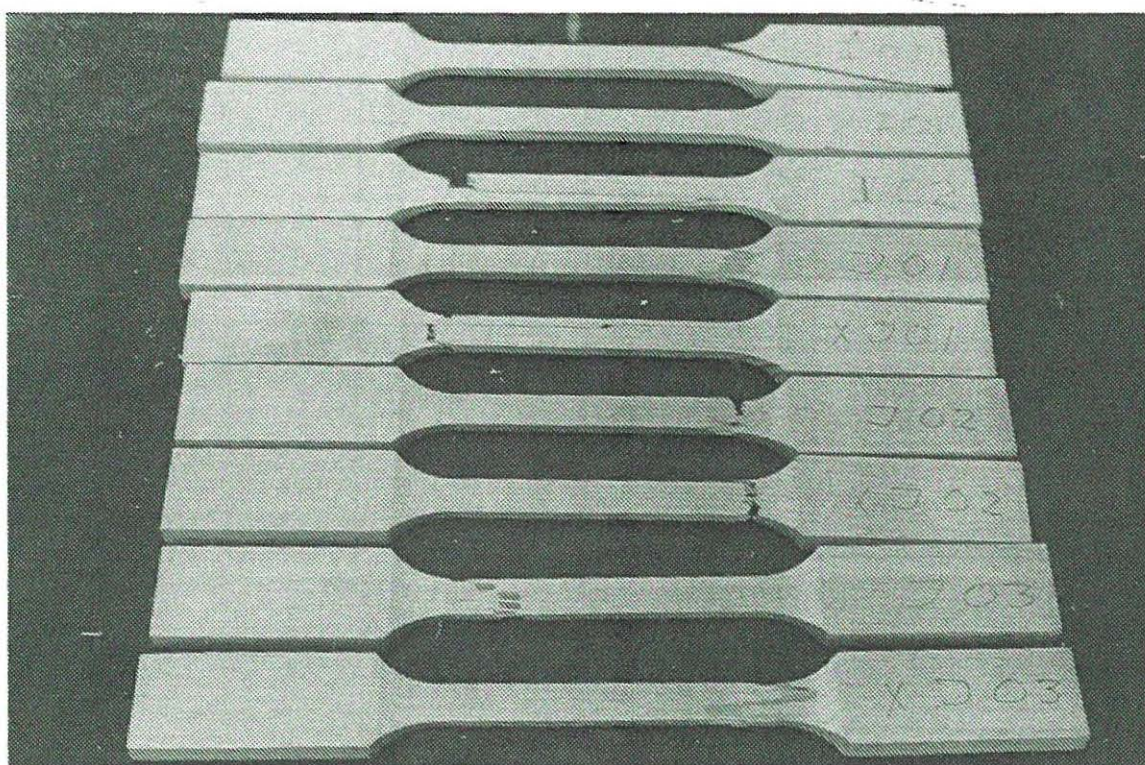
Figur 4.75

Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke





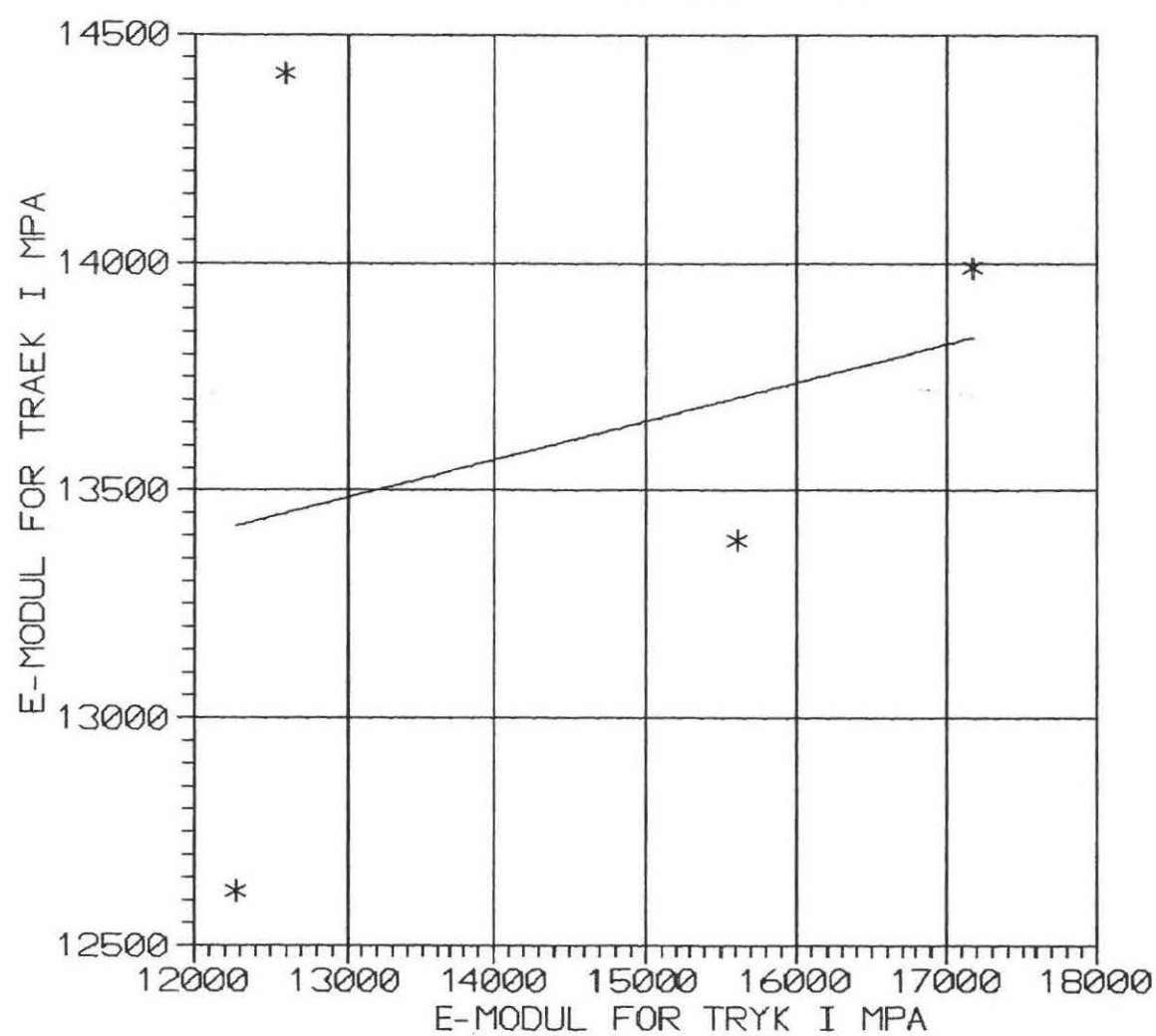
Figur 4.76 Foto visende trækprøver H01 - H02



Figur 4.77 Foto visende trækprøver I01 - I02



SERIE H OG I  
 $E_{TRAEK} = 0.085 * E_{TRYK} + 12381$



Figur 4.78 Graf visende  $E_{træk}$  som funktion af  $E_{tryk}$

## 4.9 Forsøgsresultater for serie J

### 4.9.1 Trykprøvning

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
J01	40,0 * 40,0 = 1600,0	58,3	484	36,5	9457	9,9	1,23	
J02	40,4 * 40,6 = 1640,2	57,0	493	34,7	8280	10,4	1,27	
J03	40,5 * 40,6 = 1644,3	60,2	516	36,6	9101	10,3	1,57	
J04	40,6 * 40,6 = 1648,4	63,7	496	38,6	9743	10,3	1,39	
J05	40,5 * 40,6 = 1644,3	66,1	502	40,2	9266	11,4	1,37	
J06	40,5 * 40,4 = 1636,2	73,0	500	44,6	10380	11,0	1,31	
J07	40,4 * 40,5 = 1636,2	64,4	521	39,3	9613	11,0	1,18	
J08	40,6 * 40,3 = 1636,2	60,6	495	37,1	10240	10,5	1,19	
J09	40,4 * 40,5 = 1636,2	65,6	523	40,1	10550	11,0	1,08	
J10	40,5 * 40,3 = 1632,2	68,5	495	42,0	10320	10,3		Note 4

**Note 4:** Brudforlængelse ikke bestemt.



Oversigt over trykprøvning for serie J:

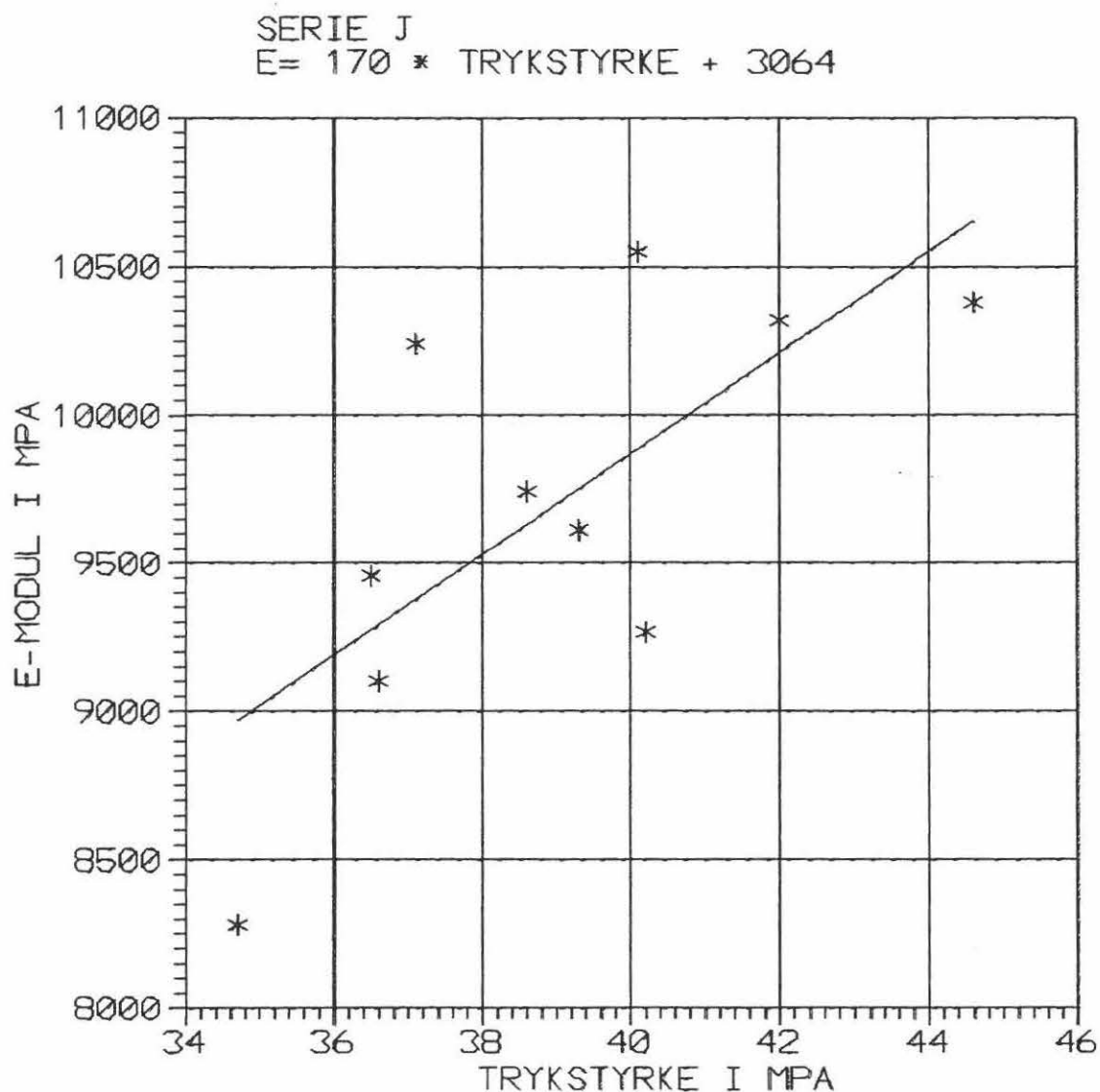
Middelværdi for trykstyrke: 39,0 MPa med en standardafv. på 2,8 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $9,70 \cdot 10^3$  MPa med en standardafv. på  $0,67 \cdot 10^3$  MPa.

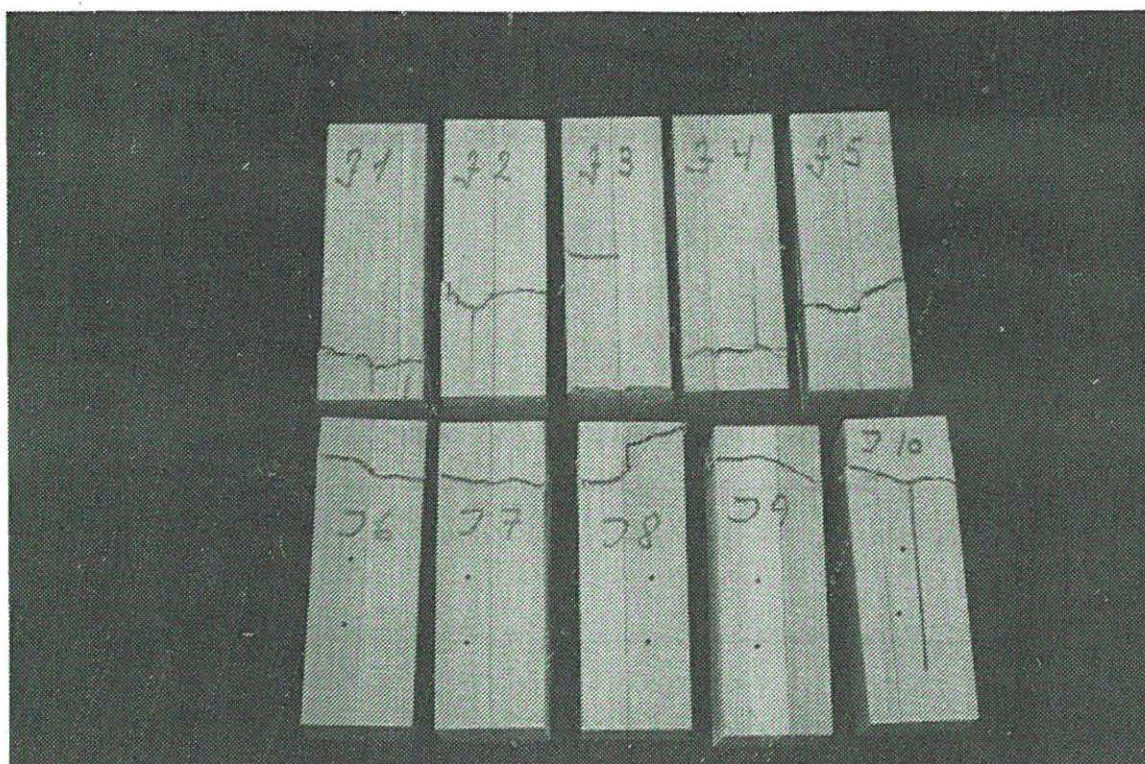
Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,29 mm med en standardafv. på 0,14 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 503 N/sek. med en standardafv. på 12 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 10,6 med en standardafv. på 0,4.



Figur 4.79 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke



Figur 4.80 Foto af trykprøver J1 - J10

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
J01	20,1 * 7,4 = 148,7	9,4	165	63,0	11390	10,7	5,89	
J01X	19,8 * 7,4 = 146,5	6,2	165	42,2	9642	9,5	2,55	
J02	20,0 * 7,0 = 140,0	6,9	164	49,3	9108	9,7	4,29	
J02X	20,1 * 6,9 = 138,7	7,2	163	51,8	9453	9,2	4,65	
J03	19,9 * 7,1 = 141,3	7,6	164	53,9	9109	9,4	4,99	
J03X	19,9 * 7,0 = 139,3	8,9	163	63,9	11060	10,2	8,91	
J04	20,1 * 7,1 = 142,7	9,3	164	65,0	11890	10,3	7,42	
J04X	20,0 * 7,2 = 144,0	8,8	163	61,3	11670	10,2	5,85	
J05	20,0 * 7,3 = 146,0	4,8	164	33,1	10370	10,5	1,69	
J05X	20,0 * 7,1 = 142,0	6,9	164	48,5	9543	10,2	2,96	
J06	20,2 * 7,0 = 141,4	10,6	163	75,0	10560	9,3	18,29	
J06X	20,0 * 7,1 = 142,0	5,4	163	38,0	6856	10,2	2,07	
J07	19,9 * 7,3 = 145,3	8,5	162	58,6	10100	9,8	4,70	
J07X	20,1 * 7,2 = 144,7	6,5	164	44,8	9746	9,6	3,46	
J08	19,8 * 7,1 = 140,6	8,0	166	57,2	9651	9,7	3,98	



[illegible]

Oversigt over trækprøvning for serie J:

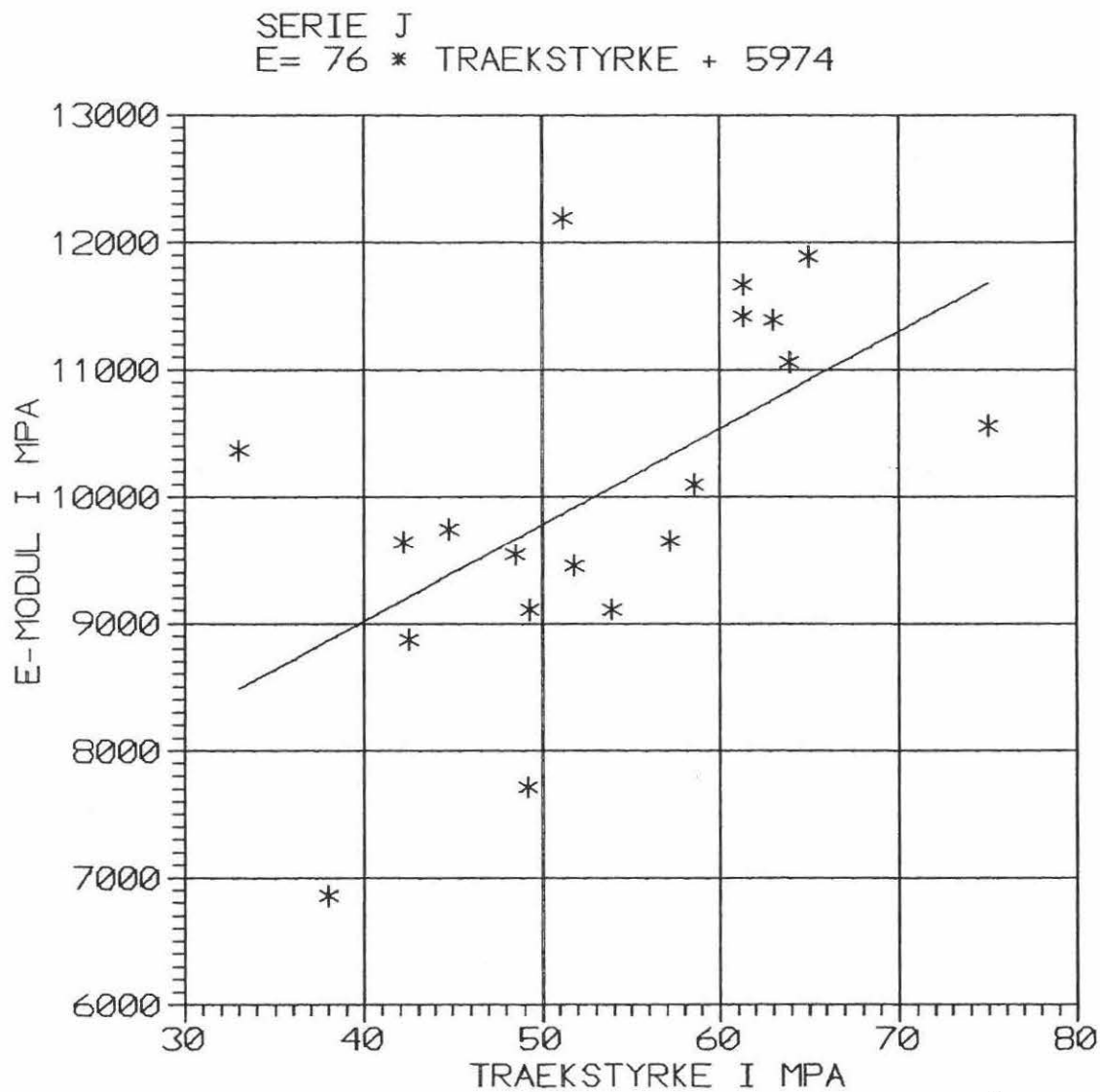
Middelværdi for trækstyrke: 53,1 MPa med en standardafv. på 10,3 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,00 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,14 \cdot 10^4$  MPa.

Middelværdi for flytning mellem kæber: 4,96 mm med en standardafv. på 3,6 mm.

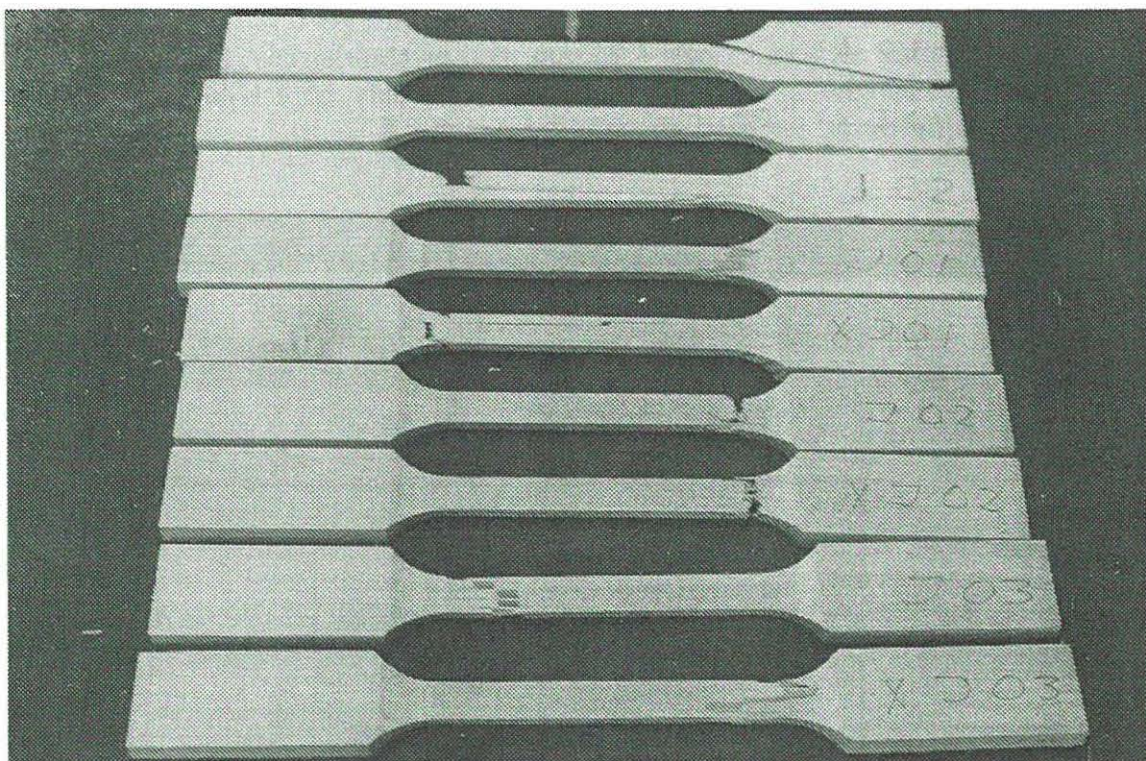
Middelværdi for lasthastighed: 164 N/sek. med en standardafv. på 1 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 9,9 med en standardafv. på 0,4.

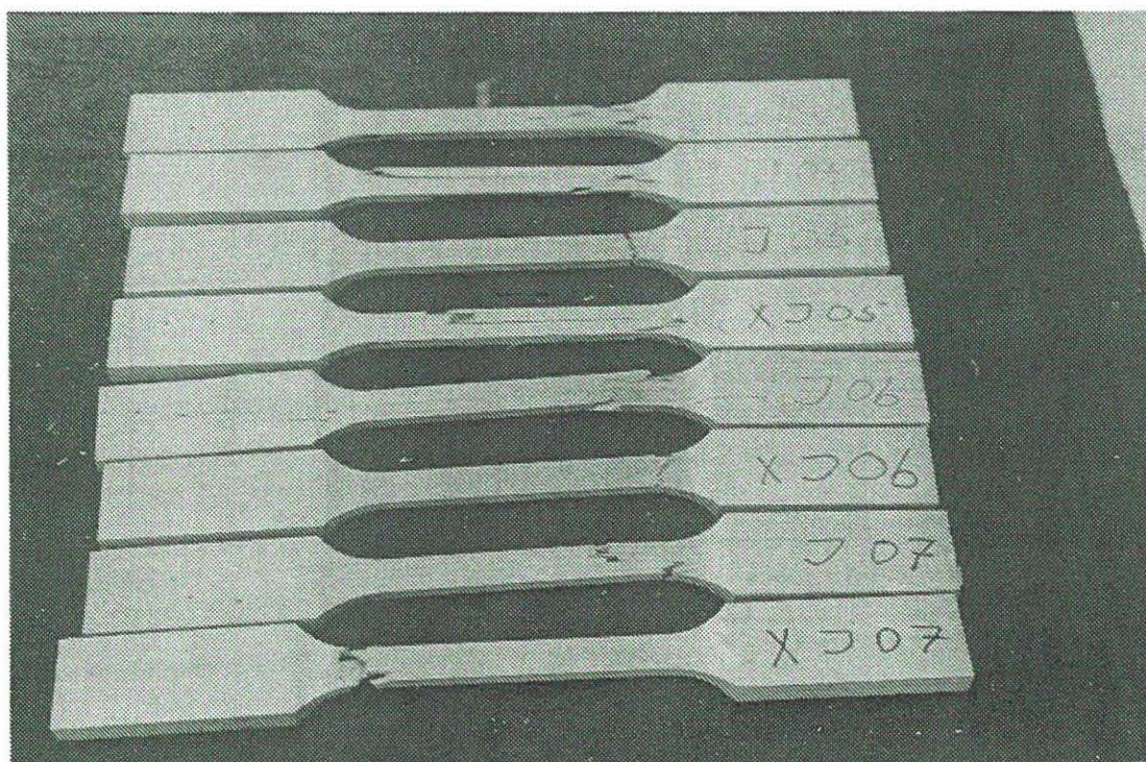


Figur 4.81 Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke



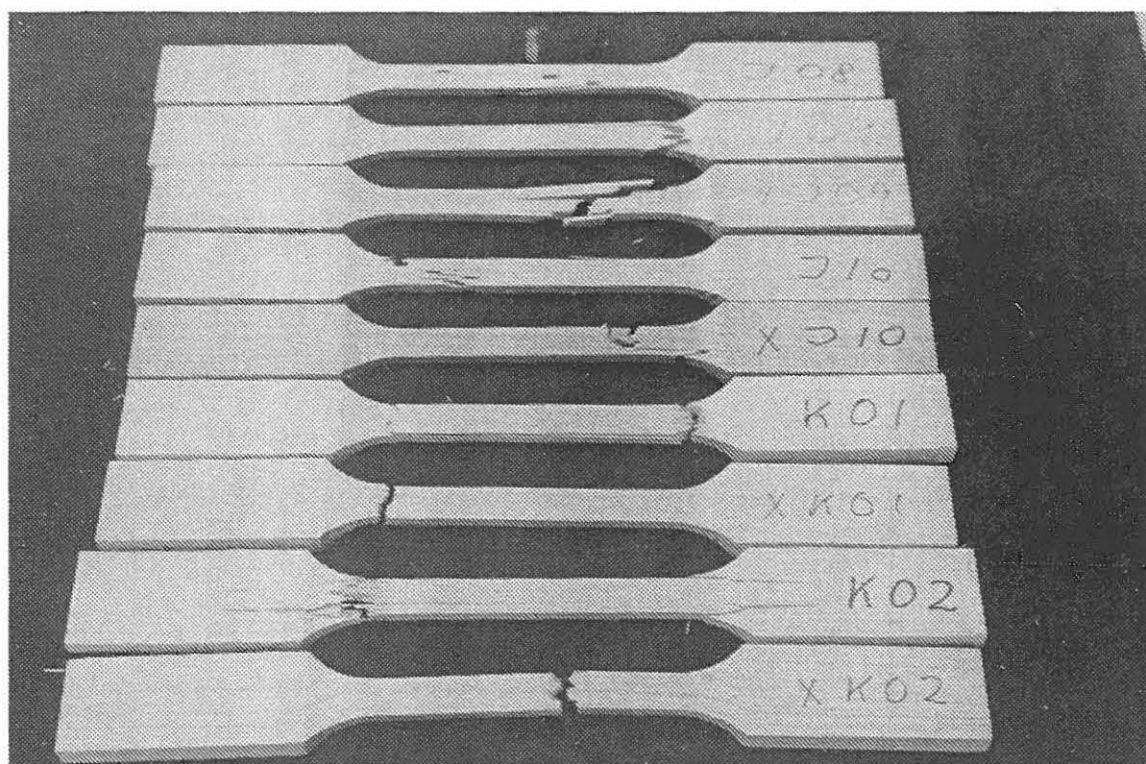


Figur 4.82 Foto af trækprøver J01 - J03X



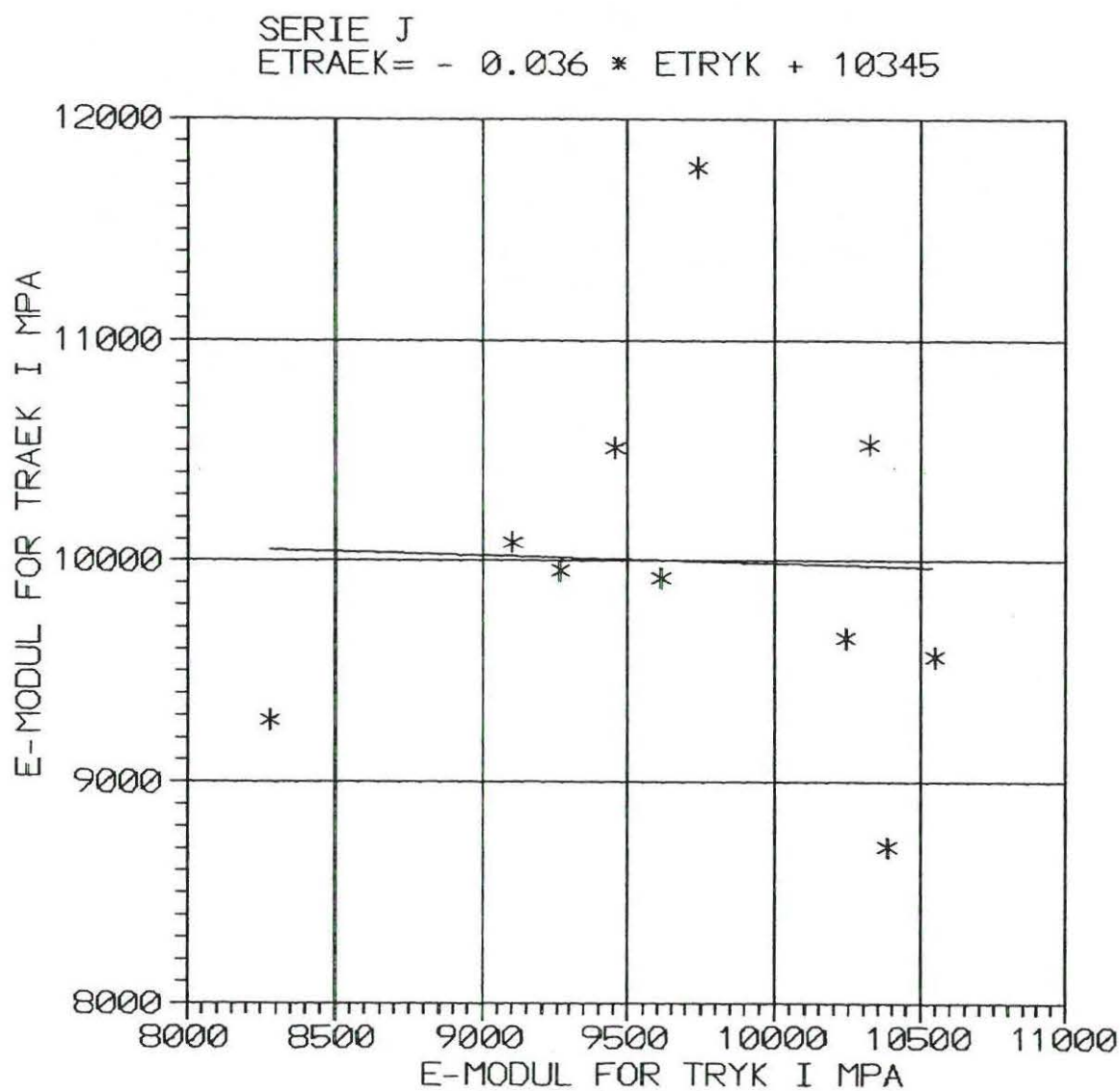
Figur 4.83 Foto af trækprøver J04 - J07X





Figur 4.84 Foto af trækprøver J08 - J10X





Figur 4.85 Graf visende  $E_{\text{træk}}$  som funktion af  $E_{\text{tryk}}$

No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
K01	40,5 * 40,5 = 1640,3	80,3	520	49,0	13590	11,0	1,13	
K02	40,5 * 40,4 = 1636,2	82,2	509	50,2	15860	11,0	1,11	Note 2
K03	40,7 * 40,4 = 1644,3	80,9	514	49,2	13210	11,7	1,29	Note 2
K04	40,6 * 40,4 = 1640,2	80,8	507	49,3	12520	11,2	1,31	
K05	40,5 * 40,5 = 1640,3	81,5	519	49,7	13170	11,4	1,18	
K06	40,6 * 40,5 = 1644,3	74,4	508	45,3	12220	11,7	1,14	
K07	40,7 * 40,5 = 1648,3	84,6	542	51,3	14020	11,5	1,21	
K08	40,6 * 40,5 = 1644,3	76,8	524	46,7	12700	11,8	1,24	
K09	40,6 * 40,4 = 1640,2	73,9	512	45,1	12750	11,5	1,54	Note 2
K10	40,6 * 40,7 = 1652,4	83,4	490	50,5	13190	12,0	1,40	

**Note 2:** For disse prøver afviger tøjningsmålingerne på de to sider af prøvelegemet ved de sidste lasttrin, hvor tøjningmåling foregår, mere end 50% fra hinanden.



Oversigt over trykprøvning for serie K:

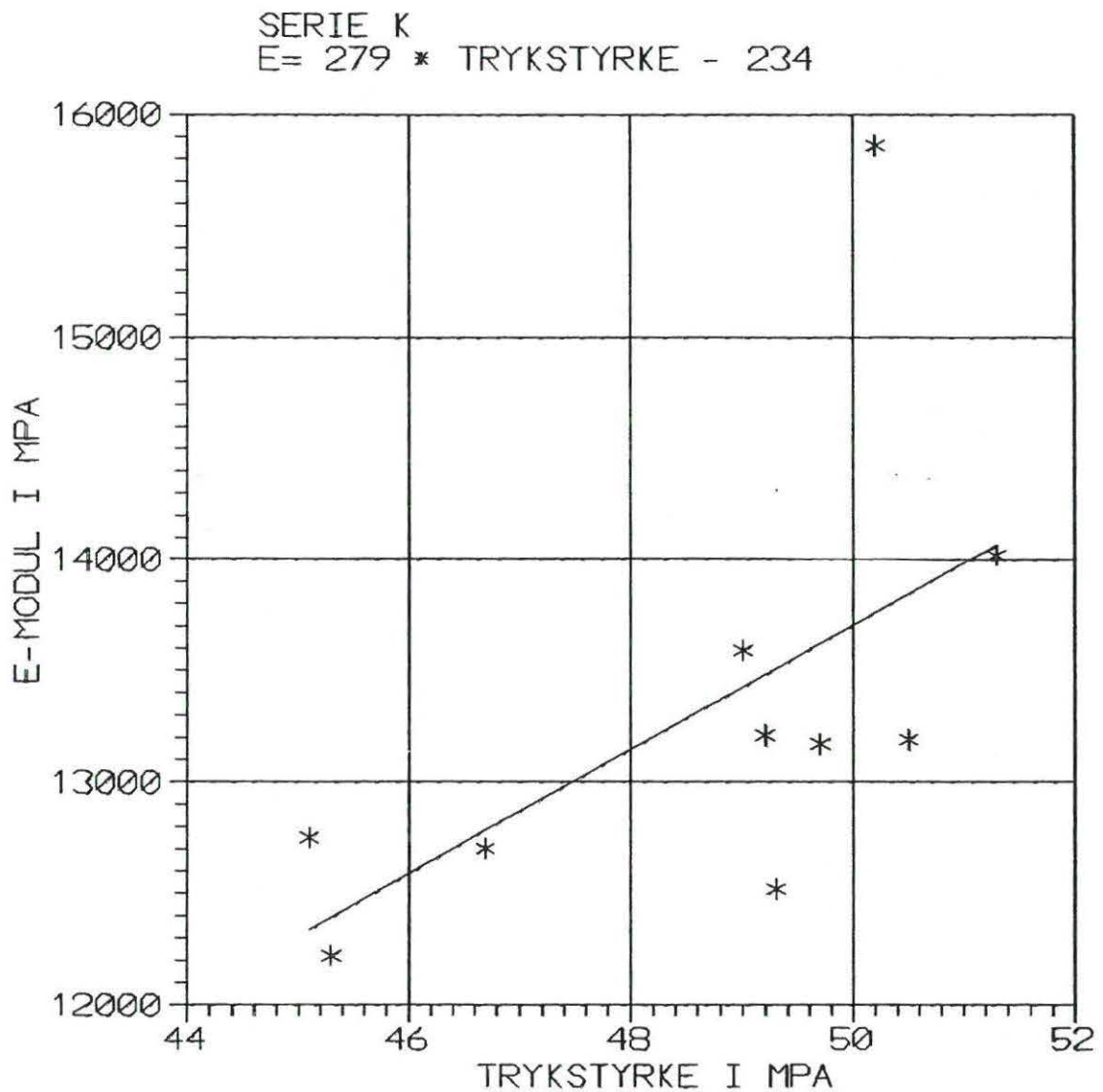
Middelværdi for trykstyrke: 48,6 MPa med en standardafv. på 2,1 MPa.

Middelværdi for E-modul:  $1,33 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,10 \cdot 10^4$  MPa.

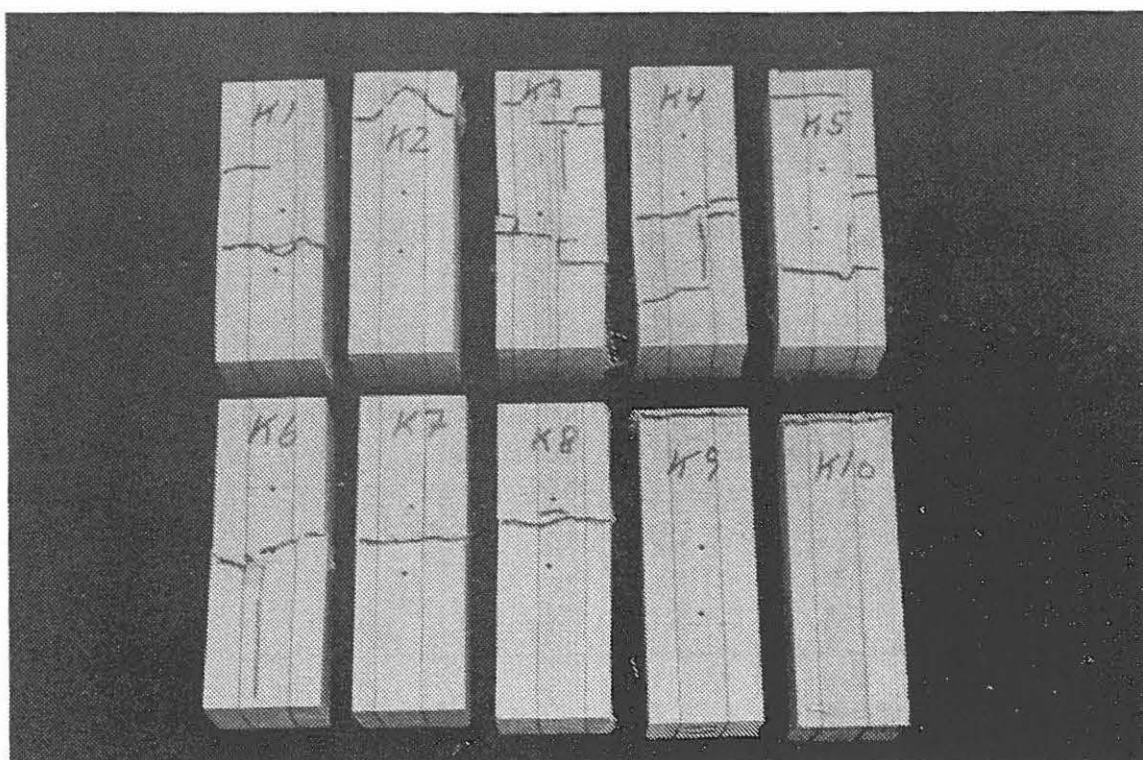
Middelværdi for flytning mellem trykplader: 1,26 mm med en standardafv. på 0,13 mm.

Middelværdi for lasthastighed: 515 N/sek. med en standardafv. på 13 N/sek.

Middelværdi for fugtprocent: 11,5 med en standardafv. på 0,3.



Figur 4.86 Graf visende E-modul som funktion af trykstyrke



Figur 4.87      Foto af trykprøver K1 - K10

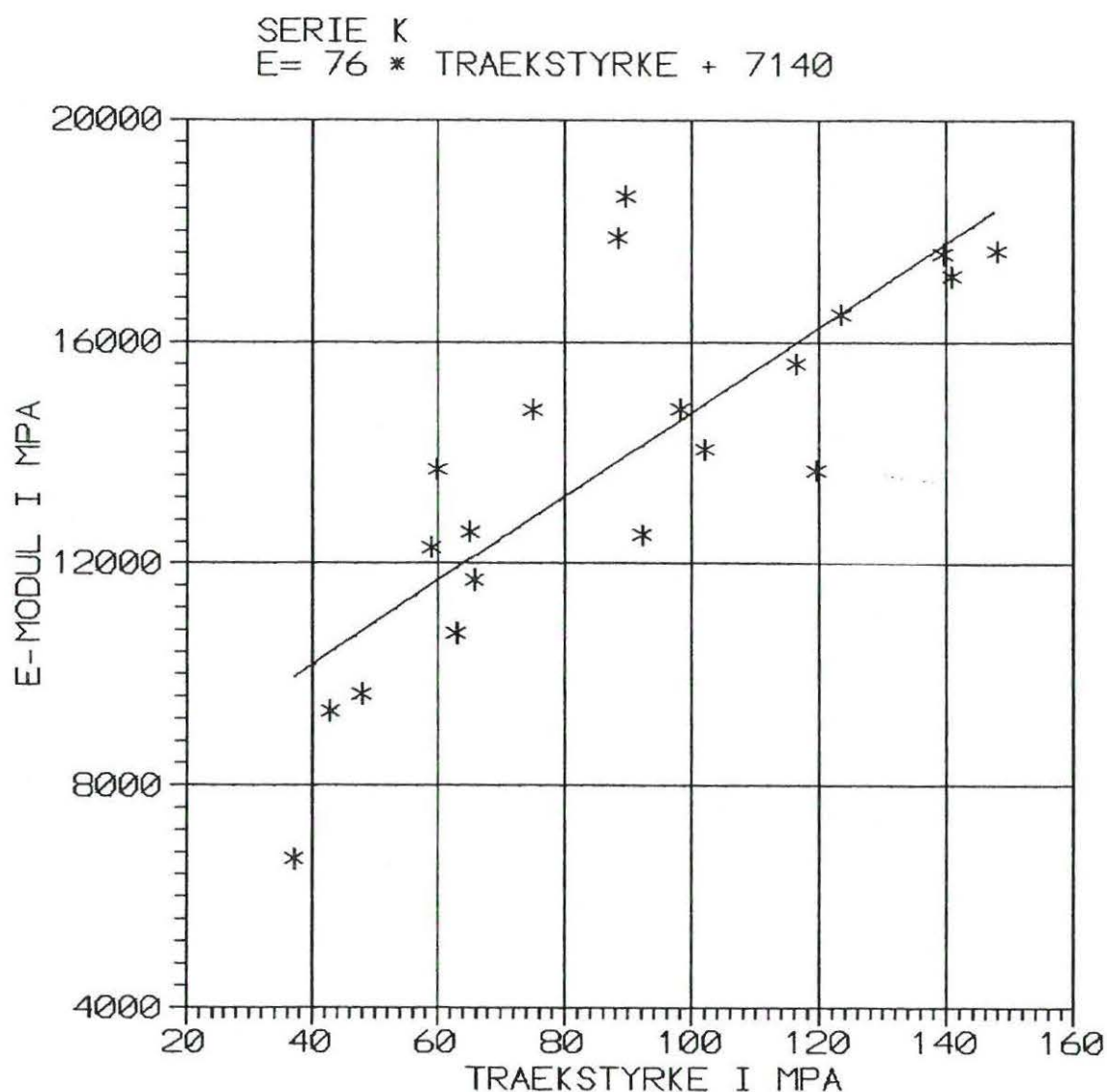
No.	Tværsnit i mm <sup>2</sup>	P <sub>brud</sub> i kN	Rate i N/sec	σ <sub>brud</sub> i MPa	E i MPa	Fugt %	Δ <sub>brud</sub> i mm	Noter
K01	20,2 * 6,9 = 139,4	9,1	166	65,1	12580	10,6	5,71	
K01X	20,2 * 7,1 = 143,4	8,6	167	59,9	13710	10,2	5,41	
K02	20,4 * 7,0 = 142,8	19,9	170	139,5	17590	10,8	26,99	
K02X	20,2 * 7,2 = 145,4	8,6	167	59,0	12300	10,4	4,51	
K03	20,3 * 7,1 = 144,1	12,9	166	89,6	18620	10,8	8,76	
K03X	20,3 * 7,2 = 146,2	10,9	163	74,9	14790	10,2	10,86	
K04	20,2 * 7,2 = 145,4	13,4	163	92,1	12530	11,0	15,19	
K04X	20,3 * 7,0 = 142,1	17,5	159	123,4	16500	10,7	17,18	
K05	20,2 * 6,8 = 137,4	16,4	157	119,5	13690	10,5	15,50	
K05X	20,1 * 7,2 = 144,7	5,3	155	37,0	6679	10,6	2,15	
K06	20,2 * 7,1 = 143,4	12,4	161	88,3	17880	10,8	8,97	
K06X	20,2 * 7,0 = 141,4	9,3	160	65,8	11700	10,3	6,00	
K07	20,4 * 7,1 = 144,8	14,8	162	102,0	14070	10,4	18,50	
K07X	20,4 * 6,9 = 140,8	16,4	164	116,3	15610	10,4	22,04	
K08	20,2 * 6,9 = 139,4	19,6	166	140,9	17190	11,0	25,05	



[illegible]

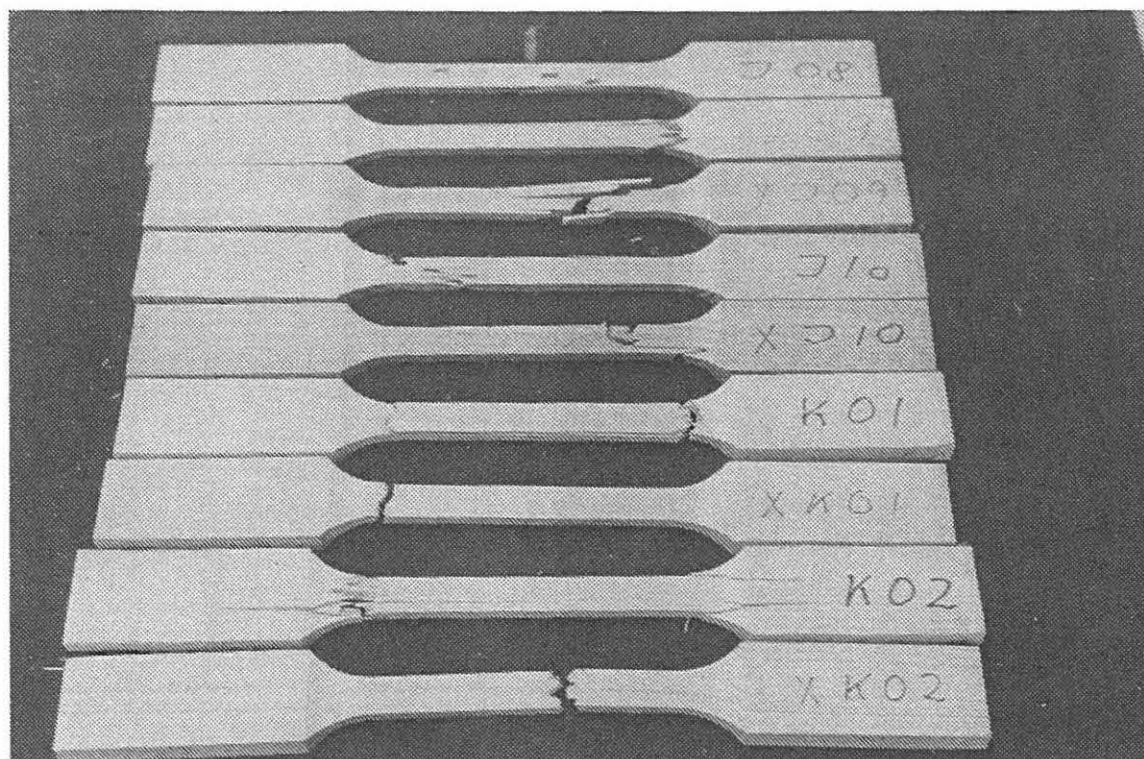
Oversigt over trækprøvning for serie K:

Middelværdi for trækstyrke: 88,7 MPa med en standardafv. på 33,2 MPa.  
Middelværdi for E-modul:  $1,39 \cdot 10^4$  MPa med en standardafv. på  $0,31 \cdot 10^4$  MPa.  
Middelværdi for flytning mellem kæber: 11,99 mm med en standardafv. på 8,22 mm.  
Middelværdi for lasthastighed: 163 N/sek. med en standardafv. på 4 N/sek.  
Middelværdi for fugtprocent: 10,6 med en standardafv. på 0,2.

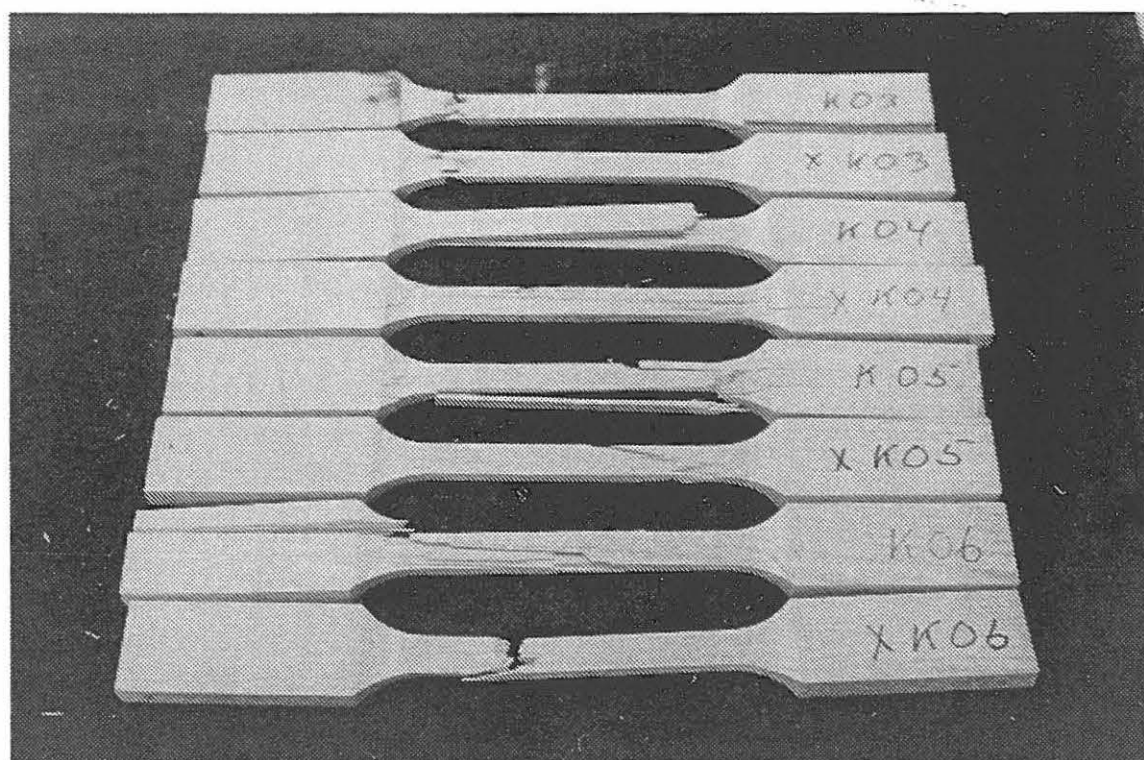


Figur 4.88

Graf visende E-modul som funktion af trækstyrke

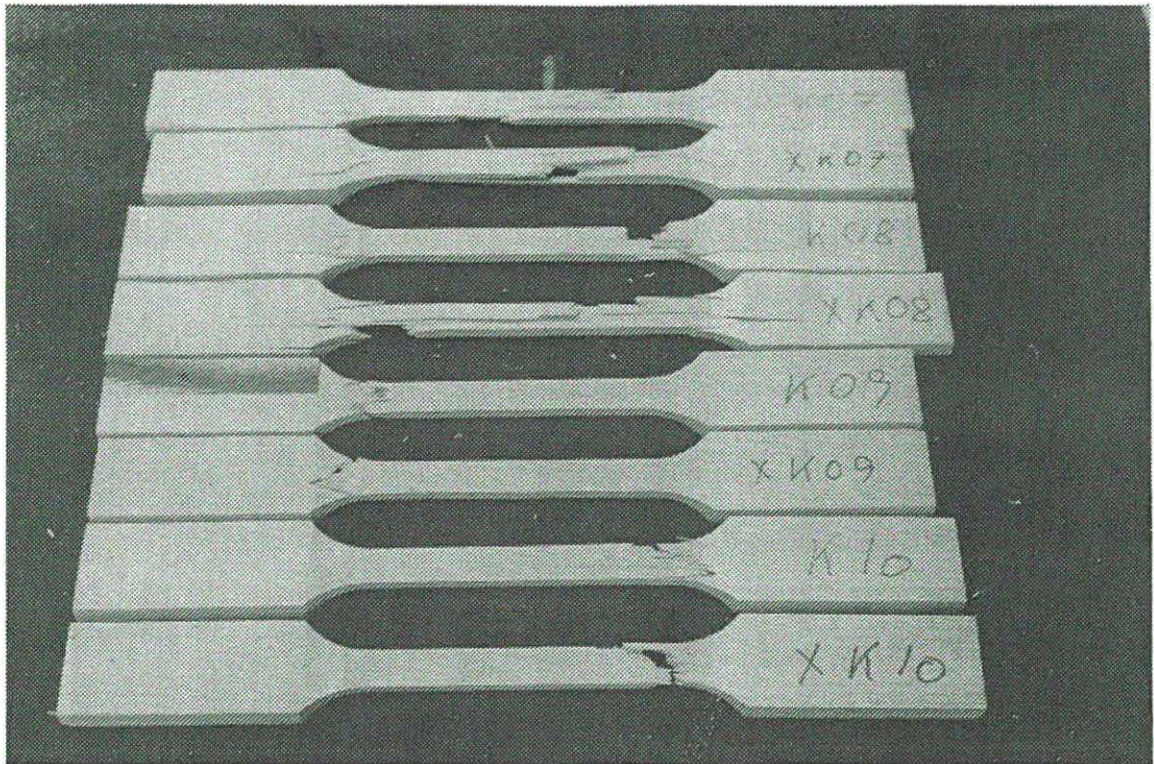


Figur 4.89 Foto af træprøver K01 - K02X



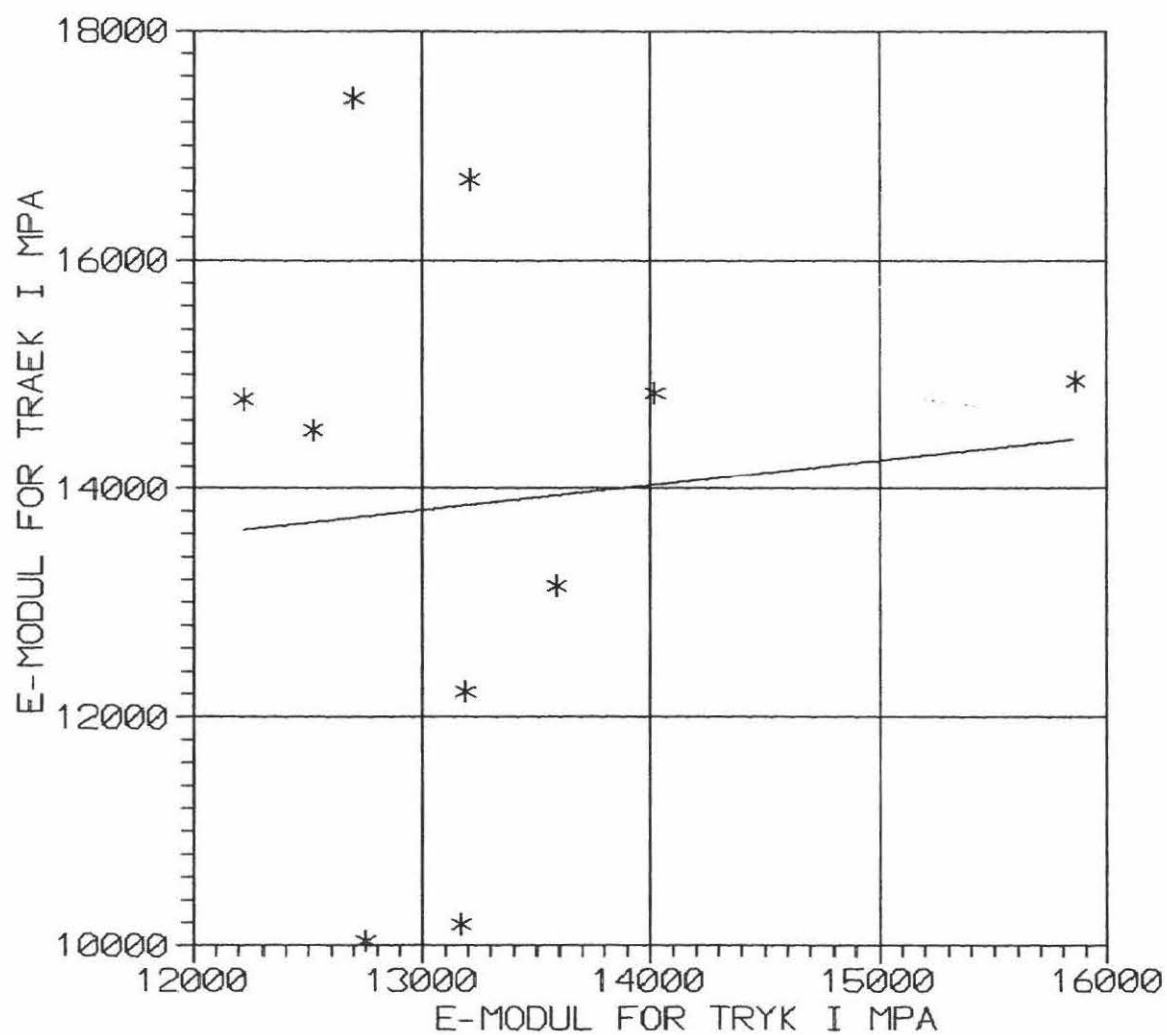
Figur 4.90 Foto af træprøver K03 - K06X





Figur 4.91 Foto af trækprøver K07 - K10X

SERIE K  
 $E_{TRAEK} = 0.221 * E_{TRYK} + 10937$



Figur 4.92 Graf visende  $E_{træk}$  som funktion af  $E_{tryk}$

## 5. SAMMENFATNING

I dette kapitel skal gives en oversigt og nogle konklusioner vedrørende de udførte enaksede tryk- og trækforsøg, hvor påvirkningen for alle forsøg har været parallel med fiberretningen.

### 5.1 Trykforsøgene

En oversigt over trykforsøgene er givet i skema 5.1.

Følgende konklusioner kan drages om trykforsøgene:

- \* Den gennemsnitlige trykstyrke for alle serierne bortset fra serie J, som er af træsorten Thuja Plicata, er bestemt til næsten samme værdi.
- \* Standardafvigelsen for trykstyrken for den enkelte serie er også praktisk taget ens, hvorved variationskoefficienten (standardafvigelse divideret med middelværdi) også bliver ret ens for de forskellige serier. Den laveste værdi er 0,043 for serie K og den største værdi er 0,086 for serie B.
- \* Det gennemsnitlige E modul for alle serierne bortset fra serie J er bestemt til næsten samme værdi.
- \* Standardafvigelsen for E modulet for den enkelte serie er også temmelig ens således, at variationskoefficienten varierer mellem 0,075 for serie K og 0,193 for serie G. Serie J har en variationskoefficient på 0,072.
- \* Sammenhængen mellem  $E_{\text{tryk}}$  og trykstyrken, som er anført i kolonnen  $E=f(\sigma)$ , synes at variere en del, så nogen klar sammenhæng for alle forsøgsserierne kan ikke angives.
- \* Brudforlængelsen, her udtrykt som den maksimale flytning mellem prøvemaskinens trykplader, er bestemt til næsten samme værdi.
- \* Standardafvigelsen for brudforlængelserne er også praktisk taget ens, hvorved variationskoefficienten varierer fra 0,094 for serie A til 0,190 for serie E.
- \* Lasthastigheden for alle forsøgene varierede næsten ikke og har ligget på omkring 530 N/sek, hvilket svarer til ca. 0,32 MPa/sek.
- \* Fugtprocenten har været næsten konstant på godt 11% i gennemsnit. Der foretages derfor ikke nogen korrektion for fugt.
- \* Forsøgsarrangementet, forsøgsafviklingen, dataopsamlingsudstyret og resultatbearbejdningen på PC'er har fungeret yderst tilfredsstillende og meget stabilt.



Serie	$\sigma$	std $\sigma$	var $\sigma$	E $\times 10^4$	std E $\times 10^4$	var E	E=f( $\sigma$ )	$\Delta$	std $\Delta$	var $\Delta$	Rate	Fugt%
	MPa	MPa		MPa	MPa			mm	mm		N/sek	
A	48,8	3,8	0,078	1,35	0,17	0,126	277..+16	1,38	0,13	0,094	546	11,6
B	49,0	4,2	0,086	1,37	0,21	0,153	303..-1000	1,41	0,18	0,128	528	11,6
C	48,4	3,4	0,070	1,32	0,17	0,129	264..+358	1,44	0,19	0,132	530	11,4
D	49,1	3,7	0,075	1,39	0,16	0,115	349..-3322	1,44	0,22	0,153	534	11,8
E	50,2	3,3	0,066	1,34	0,14	0,104	226..+2010	1,42	0,27	0,190	537	11,1
F	47,6	3,6	0,076	1,28	0,14	0,109	245..+1170	1,35	0,19	0,141	525	11,3
G	47,0	3,5	0,074	1,40	0,27	0,193	439..-6850	1,57	0,28	0,178	516	11,5
HI	50,6	3,6	0,071	1,44	0,21	0,146	546..-13197	1,46	0,22	0,151	515	11,6
J	39,0	2,8	0,072	0,97	0,07	0,072	170..+3064	1,29	0,14	0,109	503	10,6
K	48,6	2,1	0,043	1,33	0,10	0,075	279..-234	1,26	0,13	0,103	515	11,5

**Skema 5.1    Oversigt over trykforsøg for serie A - K**

$\sigma$  angiver trykstyrke

std betyder standardafvigelse

var betyder variationskoefficient

I kolonne E=f( $\sigma$ ) angiver første tal hældningen på ret linie og andet tal den konstante værdi i den lineære relation mellem

E<sub>tryk</sub> og trykstyrken

$\Delta$  angiver den maksimale flytning mellem trykplader

Rate angiver lasthastigheden

## 5.2 Trækforsøgene

En oversigt over trækforsøgene er givet i skema 5.2.

Følgende konklusioner kan drages om trækforsøgene:

- \* Den gennemsnitlige trykstyrke for alle serierne bortset fra serie J, som er af træsorten Thuja Plicata, varierer ikke særlig meget.
- \* Standardafvigelsen for trykstyrken for den enkelte serie varierer heller ikke meget, men har en temmelig stor værdi, hvorved variationskoefficienten (standardafvigelse divideret med middelværdi) også bliver ret ens for de forskellige serier. Den laveste værdi er 0,204 for serie G og den største værdi er 0,374 for serie K. For serie J fandtes en værdi på 0,194. Sammenlignes med variationskoefficienten for trykstyrken er der en faktor 4-5 til forskel.
- \* Det gennemsnitlige E modul for alle serierne bortset fra serie J er bestemt til næsten samme værdi.
- \* Standardafvigelsen for E modulet for den enkelte serie er også temmelig ens, men har en temmelig stor værdi således, at variationskoefficienten varierer mellem 0,087 for serie HI og 0,248 for serie D. Serie J har en variationskoefficient på 0,130. Sammenlignes med variationskoefficienten for trykforsøgene er der for trækforsøgene en lidt større variationskoefficient.
- \* Sammenhængen mellem  $E_{\text{træk}}$  og trykstyrken, som er anført i kolonnen  $E=f(\sigma)$ , synes at være mere klar end for trykforsøgenes vedkommende.
- \* Brudforlængelsen, her udtrykt som den maksimale flytning mellem prøvemaskinens kæber, varierer en del. Bemærk, at der er tale om en ren formel størrelse, idet tværsnitsformen jo varierer.
- \* Standardafvigelsen for brudforlængelsen varierer også en del og antager en meget stor værdi, hvorved variationskoefficienten varierer fra 0,491 for serie G til 0,735 for serie D.
- \* Lasthastigheden for alle forsøgene varierede næsten ikke og har ligget på omkring 170 N/sek, hvilket svarer til ca. 1,1 MPa/sek.
- \* Fugtprocenten har været næsten konstant på ca. 11% i gennemsnit. Der foretages derfor ikke nogen korrektion for fugt.
- \* Forsøgsarrangementet, forsøgsafviklingen, dataopsamlingsudstyret og resultatbearbejdningen på PC'er har fungeret yderst tilfredsstillende og meget stabilt.

Serie	$\sigma$	std $\sigma$	var $\sigma$	E $\times 10^4$	std E $\times 10^4$	var E	E=f( $\sigma$ )	$\Delta$	std $\Delta$	var $\Delta$	Rate	Fugt%
	MPa	MPa		MPa	MPa			mm	mm		N/sek.	
A	77,4	20,8	0,269	1,32	0,24	0,182	84..+6577	10,40	7,41	0,713	172	11,2
B	76,5	18,6	0,243	1,25	0,27	0,216	105..+4535	8,75	5,60	0,640	171	11,1
C	81,6	24,1	0,295	1,32	0,30	0,227	95..+5462	11,97	7,66	0,640	166	10,9
D	83,7	28,7	0,343	1,33	0,33	0,248	88..+5951	10,93	8,03	0,735	171	10,9
E	89,0	24,5	0,275	1,39	0,23	0,165	74..+7340	14,02	8,60	0,613	174	10,8
F	85,1	23,3	0,274	1,37	0,22	0,161	64..+8210	11,73	6,95	0,592	168	11,0
G	82,7	16,9	0,204	1,44	0,23	0,160	73..+8434	12,55	6,16	0,491	166	11,4
HI	80,2	22,9	0,286	1,38	0,12	0,087	9..+13108	11,00	7,53	0,685	166	10,7
J	53,1	10,3	0,194	1,00	0,14	0,140	76..+5974	4,96	3,60	0,726	164	9,9
K	88,7	33,2	0,374	1,39	0,31	0,223	76..+7140	11,99	8,22	0,686	163	10,6

**Skema 5.2    Oversigt over trækforsøg for serie A - K**

$\sigma$  angiver trækstyrke

std betyder standardafvigelse

var betyder variationskoefficient

I kolonne E=f( $\sigma$ ) angiver første tal hældningen på ret linie og andet tal den konstante værdi i den lineære relation mellem  $E_{\text{træk}}$  og trækstyrken

$\Delta$  angiver den maksimale flytning mellem kærerne

Rate angiver lasthastigheden



### 5.3 Sammenligninger mellem tryk- og trækforsøg

I skema 5.3 er vist en oversigt over forholdet mellem middelværdier af styrker, E-moduler, og brudforlængelser.

Serie	$\sigma_{\text{træk}}/\sigma_{\text{tryk}}$	$E_{\text{træk}}/E_{\text{tryk}}$	$\Delta_{\text{træk}}/\Delta_{\text{tryk}}$
A	1,586	0,978	7,536
B	1,561	0,912	6,206
C	1,686	1,000	8,313
D	1,705	0,957	7,590
E	1,773	1,037	9,873
F	1,788	1,070	8,689
G	1,760	1,029	7,994
HI	1,585	0,958	7,534
J	1,362	1,031	3,845
K	1,825	1,045	9,516

**Skema 5.3**      **Oversigt over tryk-og trækforsøg for serie A - K**

Det ses, at trækstyrken er en faktor 1,6 - 1,7 større end trykstyrken. Dette er i god overensstemmelse med [3], hvor dette forhold er bestemt til 1,72.

Forholdet mellem E-modulerne ses af skema 5.3 at være omkring 1. Dette er ikke i overensstemmelse med [3], hvor dette forhold er bestemt til 1,36.

## 6. REFERENCER

- [1] L. Pilegaard Hansen & A. Rathkjen:  
Indledende udmattelsesforsøg for laminerede limtræsbjælker. Serie 1 og 2.  
Instituttet for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter, R9036.
- [2] Arne Rathkjen & Lars Pilegaard Hansen:  
Udmattelsesegenskaber for træ herunder lamineret limtræ.  
Instituttet for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter, Marts 1990.
- [3] M.P.Nielsen, A. Rathkjen og L.Pilegaard Hansen:  
Rapport vedrørende "Brudbetingelse for træ".  
København - Aalborg, 1978.
- [4] PC-MATLAB for MS-DOS Personal Computers. The MathWorks, Inc.,  
Feb.1989.

## APPENDIX A

### EKSEMPEL PÅ FORSØGSAFVIKLING FRA TRYKFORSØG

LABORATORIET FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER  
INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK AUC  
Sohngårdsholmsvej 57 Hal 4 9000 Aalborg  
Tlf. 98 15 85 22 lokal 6628 Fax 98 14 23 66

\* TRÆUDMATTELSE \* TRYKPRØVNING PARALLELT MED FIBRENE \*

Dette skema anvendes i tilknytning til program DMC002.

Forsøg udført af: 24/110  
Måleområde: 0 - 120 kN.  
Prøveemne: 1.01..... Prøvedato: 14-12-82..  
Prøveemnedimensioner, b x h x l i mm: 40.5 x 40.5 x 120.6  
Filnavn: DATA 1.01..  
DD1 taget af ved måling nr. 310..  
Brudlast i N: 80500.. Tid til brudlast i min.: 2m.38s..  
Antal målinger til brud: 310..  
Fugtindhold: 11.0 %

Yderligere bemærkninger:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



LABORATORIET FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER  
 INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK  
 AALBORG UNIVERSITETSCENTER  
 SOHNGAARDSHOLMSVEJ 57, 9000 AALBORG  
 TEL. 98158522, LOK. 6628, FAX 98148243

FORSØGSNAVN: k01  
 FORSØG UDFØRT AF: mo/jh  
 FORSØGSBETINGELSER: fugt 11.0

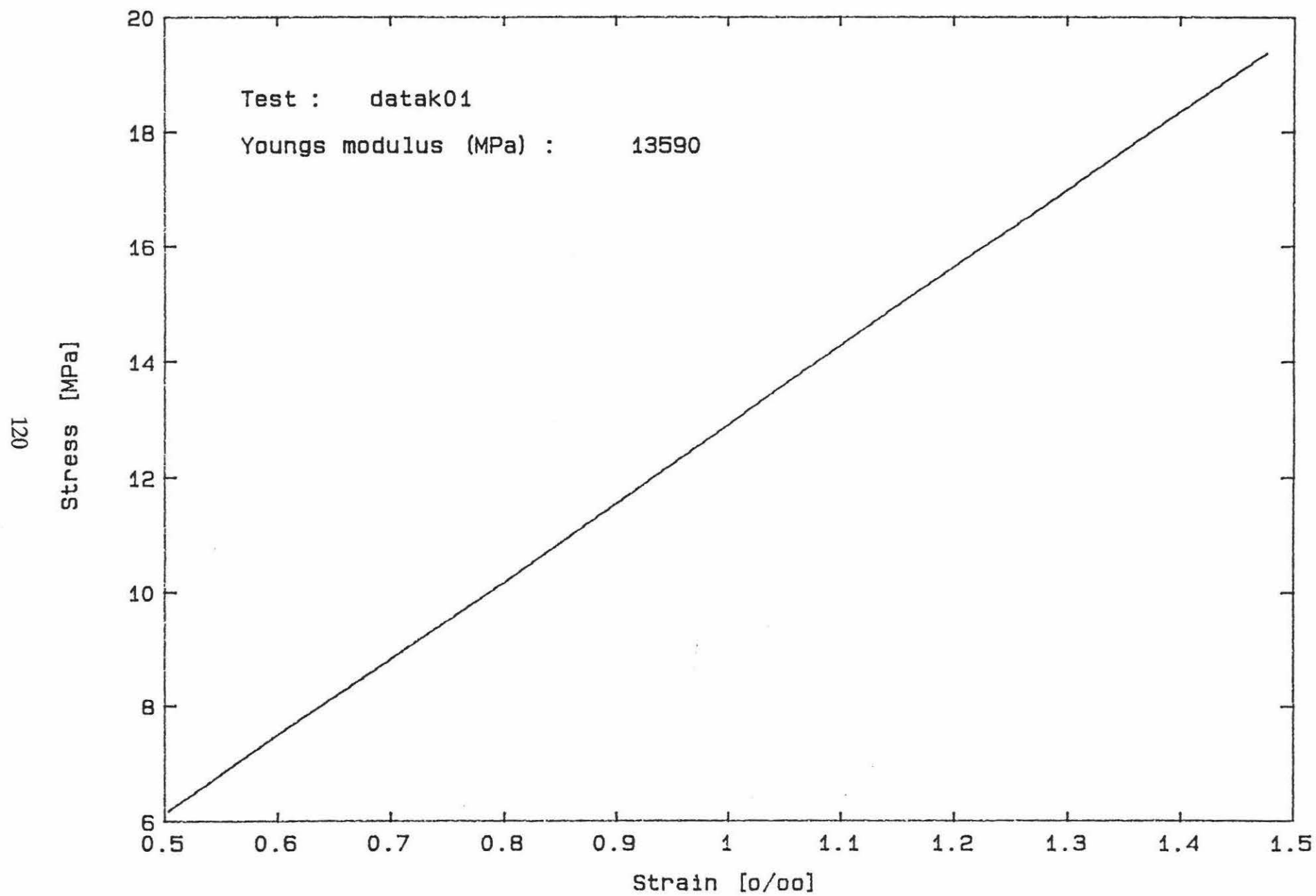
NAVN PÅ DATAFIL: b:\datak01.prn  
 DATO FOR FORSØG: 12-12-1992  
 TID FOR FORSØG : 09:06:39  
 CONVERSION RATE I HZ: 2  
 SAMPLING RATE I HZ : 2400  
 FORSØG UDFØRT VED MÅLEOMRÅDE 3

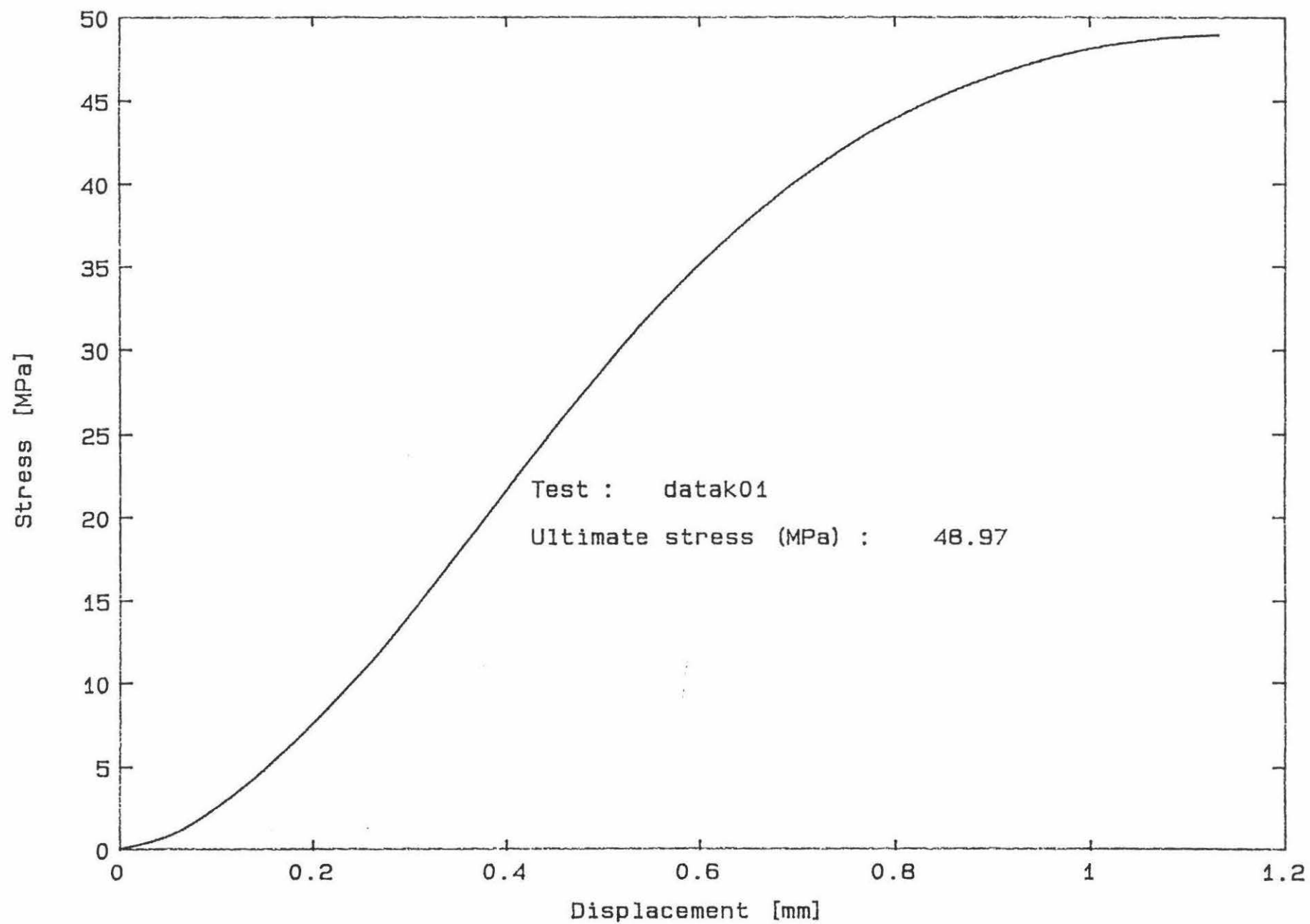
DIMENSION 1 = 40.5 MM...DIMENSION 2 = 40.5 MM...AREAL = 1640.3 MM2  
 ANTAL MÅLEDATA PR. KANAL: 310

VARIGHED AF FORSØG = 154.5 SEK.  
 LASTHASTIGHED = 519.88 N/SEK.  
 MAKSIMUM KRAFT = 80321 N  
 TRYKSPÆNDING = 48.97 MPa  
 FORLÆNGELSE VED MAKSIMUM KRAFT = 1.13 MM

OVERSIGT OVER TØJNINGER:  
 =====

SPÆND. MPa	EPS1 10-3	EPS2 10-3	DIF.EPS 10-3	DIF.EPS/EPSP %
0.49	0.01	0.06	-0.05	-131.76
1.71	0.08	0.21	-0.13	-87.76
3.49	0.21	0.38	-0.18	-59.91
5.57	0.35	0.56	-0.21	-46.34
7.74	0.50	0.73	-0.23	-37.68
9.90	0.66	0.90	-0.25	-31.53
12.11	0.81	1.07	-0.26	-27.35
14.49	0.98	1.25	-0.27	-24.03
16.92	1.16	1.43	-0.28	-21.32
19.36	1.34	1.62	-0.28	-18.91







## APPENDIX B

### EKSEMPEL PÅ FORSØGSAFVIKLING FRA TRÆKFORSØG

LABORATORIET FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER  
INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK AUC  
Sohngårdsholmsvej 57 Hal 4 9000 Aalborg  
Tlf. 98 15 85 22 lokal 6628 Fax 98 14 23 66

\* TRÆUDMATTELSE \* TRÆKPRØVNING PARALLELT MED FIBRENE \*

Dette skema anvendes i tilknytning til program DMC001.

Forsøg udført af: JH/1110  
Måleområde: 0 - 30 kN  
Prøveemne: 4.01 Prøvedato: 2-3-93  
Prøveemnedimensioner, b x h i mm: 70.2 x 6.9  
Filnavn: DATAK01. PRN  
DD1 taget af ved måling nr. 53  
Brudlast i N: 9250 Tid til brudlast i min.: 0.57  
Antal målinger til brud: 110  
Fugtindhold: 10.6%

Yderligere bemærkninger:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

LABORATORIET FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER  
 INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK  
 AALBORG UNIVERSITETSCENTER  
 SOHNGAARDSHOLMSVEJ 57, 9000 AALBORG  
 TEL. 98158522, LOK. 6628, FAX 98142366

FORSØGSNAVN: k01  
 FORSØG UDFØRT AF: mo/jh  
 FORSØGSBETINGELSER: fugt 10.6

NAVN PÅ DATAFIL: b:\datak01.prn  
 DATO FOR FORSØG: 02-20-1993  
 TID FOR FORSØG : 15:44:12  
 CONVERSION RATE I HZ: 2  
 SAMPLING RATE I HZ : 2400  
 FORSØG UDFØRT VED MÅLEOMRÅDE 5

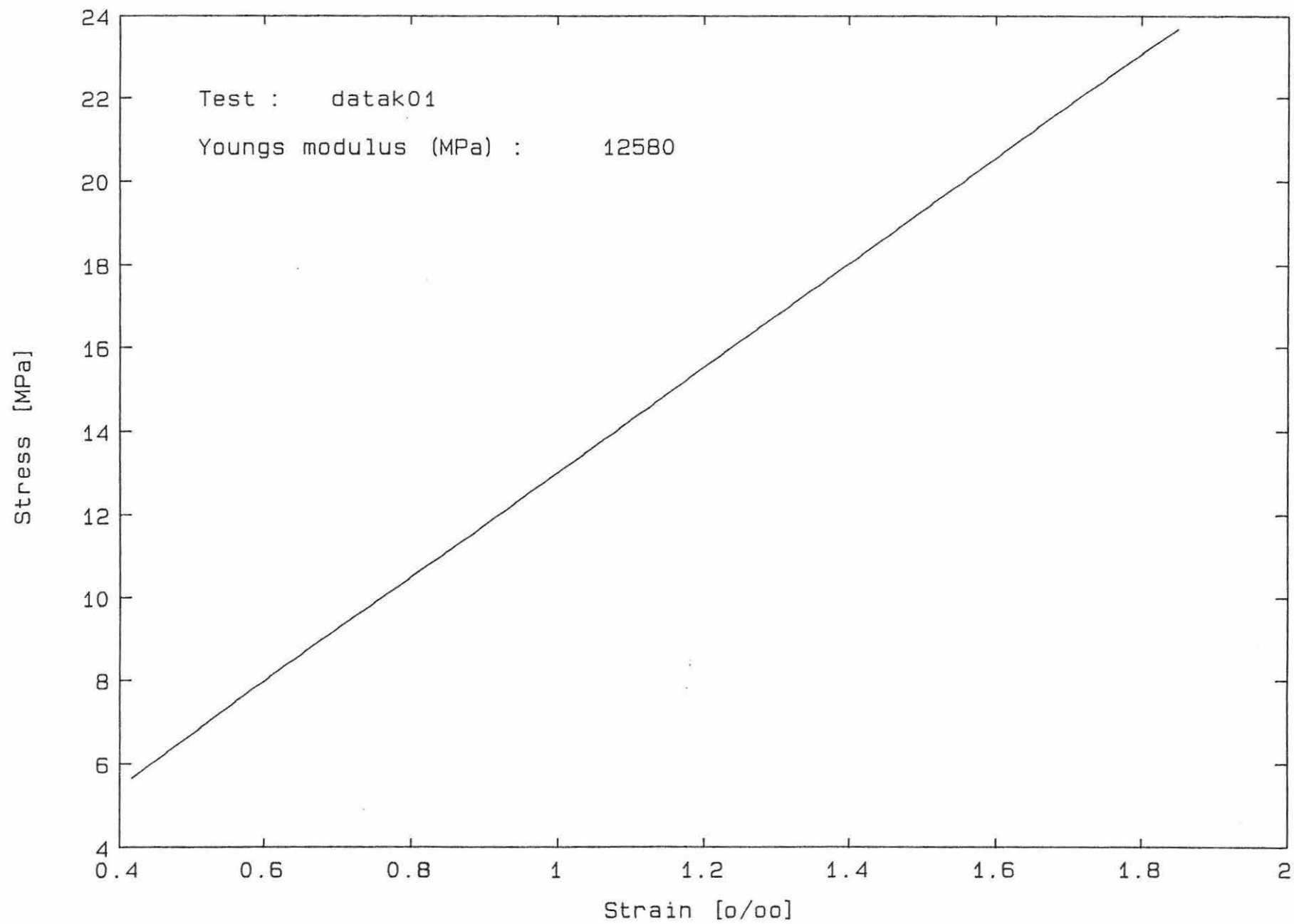
DIMENSION 1 = 20.2 MM...DIMENSION 2 = 6.9 MM...AREAL = 139.4 MM2  
 ANTAL MÅLEDATA PR. KANAL: 110

VARIGHED AF FORSØG = 54.5 SEK.  
 LASTHASTIGHED = 166.49 N/SEK.  
 MAKSIMUM KRAFT = 9074 N  
 TRÆKSPÆNDING = 65.10 MPa  
 FORLÆNGELSE VED MAKSIMUM KRAFT = 5.71 MM

OVERSIGT OVER TØJNINGER:  
 =====

SPÆND. MPa	EPS1 10-3	EPS2 10-3	DIF.EPS 10-3	DIF.EPS/EPSP %
2.62	0.19	0.17	0.02	11.14
5.66	0.43	0.40	0.03	8.23
8.68	0.68	0.63	0.04	6.76
12.28	0.97	0.92	0.05	5.46
15.26	1.21	1.15	0.06	4.86
18.25	1.45	1.39	0.06	4.39
21.87	1.74	1.67	0.07	4.05
24.89	1.98	1.91	0.07	3.83
27.94	2.23	2.15	0.08	3.65
31.57	2.52	2.43	0.09	3.71

124





125

Stress [MPa]

